D.

Der

Führer des Maschinisten.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Der

Führer des Maschinisten.

Anleitung
zur Kenntniß, zur Wahl, zur Aufstellung,
Wartung und Feuerung
der
Dampfmaschinen, Dampfkessel
und
Triebwerke.

Ein Hand- und Hülfsbuch
für
Heizer, Dampfmaschinenwärter, angehende Mechaniker, Ingenieure, Fabrikherren, Maschinenbauanstalten, technische Behörden und Gewerbeschulen.

Nach
selbstständiger Erfahrung bearbeitet
von

E. F. Scholl,
Civil-Ingenieur.

Siebente
verbesserte und vermehrte, unter Mitwirkung von Prof. F. Reuleaux
herausgegebene Auflage.

Mit 333 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1870.

Vorrede zur ersten bis vierten Auflage.

Das vorliegende Buch hat den Zweck, eine kurzgefaßte, allgemeine Kenntniß der verschiedenen Theile der Dampfmaschinenanlagen zu geben, und die Behandlung derselben bei ihrer Aufstellung und ihrem Betriebe zu lehren. Die Kenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten, welche von denjenigen gefordert werden müssen, welche eine zweckmäßige Aufstellung und einen sparsamen Betrieb von Dampfkesseln, Dampfmaschinen und Triebwerken zu leiten haben, sind sehr mannigfacher Art und können zum Theil nur durch praktische Uebung erlernt werden. Immerhin aber wird eine Zusammenfassung desjenigen, was den Anlagen verschiedener Art gemeinsam ist, denen, die sich darüber zu belehren wünschen, einen vortheilhaften Ueberblick gewähren, und Manchem bei der Ausübung seines Berufes von Nutzen sein können. Im Hinblick auf eine solche Anwendbarkeit dieses Buches habe ich dasselbe verfaßt.

Zunächst soll in diesem Buche den Maschinenwärtern oder Maschinisten und Heizern Gelegenheit gegeben werden, sich für ihr Fach rascher, gründlicher und vielseitiger auszubilden, als es auf dem einzig und allein praktischen Lehrgange möglich ist. Es steht fest, daß dieser praktische Weg, wenn er lange genug verfolgt wird, tüchtige und gewandte Leute bildet, und daß ohne längere praktische Uebung kein tüchtiger Wärter gebildet werden kann. Ebenso sicher ist es aber auch, daß diese Leute ihr Fach auf eine sehr unvollkom-

mene Art erlernen, indem sich ihre Uebungen auf die Maschinen beschränken müssen, an denen sie gerade beschäftigt sind. Alles Andere wenn es gleich noch so nahe liegt, erfahren sie nur zufällig, und der allergrößte Theil fremder Erfahrungen über die unter ihren Händen befindlichen Einrichtungen bleibt ihnen verborgen. Stellt sich an der eigenen Maschine ein neuer, ihnen nie vorgekommener Fall ein, so müssen sie, gut oder schlecht, sich aus sich selbst zu helfen suchen.

Ich halte nun dafür, daß ein faßlicher Leitfaden, der, aus langjährigen und vielseitigen Erfahrungen schöpfend, ihnen das ganze Feld ihrer Thätigkeit klar und verständlich vor Augen legt, wesentliche und gute Dienste leisten werde, und daß es den Maschinisten lieb sein müsse, über ihr Fach etwas darauf Eingehendes, sie darin wahrhaft Belehrendes lesen zu können. Dieses setzt sie in den Stand, gesteigerten Anforderungen zu entsprechen, sich in ihren Verhältnissen zu verbessern und im Leben höher zu stellen.

Deshalb habe ich mich bestrebt, hier dem Maschinenwärter das Folgende zu bieten. Eine allgemeine Besprechung seines Faches und die Anleitung, wie dasselbe zu erlernen sei, die Kenntniß der hauptsächlichen Dampfkessel- und Dampfmaschinenarten und deren wichtige Theile und Vorrichtungen, Belehrung über die Behandlung, Instanderhaltung und Ausbesserung der Dampfmaschinen und Dampfkessel im gewöhnlichen Gange und die Maßregeln für außergewöhnliche Zustände; ferner kurzgefaßte Lehren über die Vorgänge des Verbrennens, der Dampfbildung, der Dampfwirksamkeit und einige andere einschlagende Gegenstände.

Obgleich die Behandlung der Dampfmaschinen auf Schiffen nicht abgesondert gelehrt wird, so dürften dennoch die Wärter sich mit Hülfe dieses Buches der neuerlich fast allgemein angeordneten Prüfung der Schiffsmaschinenwärter bald mit Vertrauen stellen können.

Die Unternehmer mechanisch-technischer Geschäfte, welche Dampfmaschinen als Kraftmaschinen verwenden, haben in vielen Fällen nicht alle die Kenntnisse, welche ihnen zur Ueberwachung

und Instandhaltung ihrer Maschinen nöthig sind. Dadurch bleiben sie oft lange Zeit hindurch von ihren Maschinisten oder Werkführern abhängig. Dieses Buch soll sie anleiten und in den Stand setzen, alle Verhältnisse des Dampfmaschinenbetriebes gehörig ordnen zu können; es soll Aufklärung geben über alle dabei möglichen Vorfälle; es soll lehren, wie Nachtheiliges zu verhindern, Vortheilhaftes zu versuchen und einzurichten sei.

Die Fabriken-, Dampfmaschinen- und Dampfkesselbesitzer, zu denen in jetziger Zeit auch viele Branntweinbrenner, Brauer und Färber gehören, werden, wenn sie sich mit dem Inhalte dieses Buches bekannt machen, leichter als sonst den Betrieb ihrer Anlagen sparsam und vortheilhaft einrichten können. Sie werden außerdem daraus Anhaltspunkte über die Wahl neu anzuschaffender Kessel oder Dampfmaschinen entnehmen können. Dann aber wird es auch im Interesse der Fabrikbesitzer liegen, das Buch in die Hände ihrer Werkmeister, Maschinenwärter und Heizer zu bringen, da daraus für die Erhaltung der Maschinen, Ersparung von Brenn- und anderen Materialien nicht unbedeutende Vortheile erwachsen werden.

Ich bemerke noch, daß die Nachträge H bis O den Fabrikbesitzern besonders empfohlen werden dürften; sie sind eigends zu dem Zwecke aufgenommen, den Fabrikherren bei Einrichtung und Erweiterung von Anlagen, bei der Verwaltung des Maschinen- und Kesselbetriebes dienlich zu sein und sie darin in jeder Hinsicht sicher zu führen.

Wenn auf den technischen Lehranstalten bloß in der theoretischen Dampfmaschinenlehre unterrichtet und nicht auch die praktische Behandlung der Dampfmaschinen gelehrt wird, so geht man meines Erachtens nicht weit genug. Die rechte Kenntniß der Maschinen und Vorrichtungen, so wie sie einst bei der praktischen Thätigkeit sich nützlich bewähren soll, kann nur aus der Vereinigung beider Lehren entspringen. Dies mögen Vorsteher und Lehrer an solchen Anstalten wohl erwägen; gewiß werden dieselben meiner Ansicht beipflichten, daß dem Maschinenwesen, der Industrie und auch der all-

gemeinen Bildung der Gewerbetreibenden aus der Behandlung des hier gewählten Stoffes großer Vortheil erwachsen kann, und daß es die Aufgabe dieses Buches sein muß, jedenfalls in die Hände der Schüler zu gelangen, welche für die Praxis ausgebildet werden.

Der angehende Mechaniker und Techniker wird hoffentlich dieses Buch nicht ohne mancherlei Belehrung zu gewinnen lesen; hier und da die Aufmerksamkeit und Beobachtung der erfahrenen und bewährten Männer des Faches angeregt zu haben und dadurch zur Hebung der Industrie beizutragen, würde mich in hohem Grade befriedigen.

Ueber die eingedruckten Holzstiche bleibt zu bemerken übrig daß, um das Abmessen leicht zu gestatten, ein eigenes Verfahren verfolgt wurde. Bei den meisten Figuren steht nämlich (unten) eine beigedruckte Bruchzahl, z. B. bei Fig. 38 $^1/_{32}$, welche das Verhältniß der gezeichneten Größe zu der wirklichen angibt; es ist also dort die Zeichnung im 32sten Theile der natürlichen Größe ausgeführt. Am Ende des Buches sind für alle bei den Figuren vorkommenden Größenverhältnisse Maßstäbe auf einem zum Herauslegen geeigneten Blatte zusammengestellt, so daß in den Figuren die Maße mit Leichtigkeit abgenommen werden können.

Seit dem ersten Erscheinen dieses Buches (1845) sind eine zweite, dritte und die vorliegende vierte Auflage desselben nöthig geworden. Dieser Umstand und mancherlei günstige Urtheile bewährter Fachmänner, sowie die von mir in verschiedenen Gegenden Deutschlands gemachte Beobachtung, daß Vieles von dessen Inhalt nützliche Anwendung gefunden hat, berechtigen mich wohl zu der Annahme, daß Manches von den vorstehend erörterten Zwecken als von dem Buche erreicht anzusehen sei. Es mag erwähnt werden, daß viele zu einer Beurtheilung gewiß berechtigte Männer sich günstig über das Buch öffentlich haben verlauten lassen, sowie daß die Abtheilung für Handel, Gewerbe und Bauwesen des Königlich Preußischen Finanz-Ministeriums sich unter dem 17. April 1847 dahin ausgesprochen hat, daß die Arbeit eine zeitgemäße und wohl ausgeführte sei. In Folge

dieser gewonnenen Ueberzeugung wurden Exemplare für alle Gewerbeschulen in Preußen angeschafft.

Einem mehrfach ergangenen Tadel gegenüber, daß man nach meinem Buche keine Entwürfe und Constructionen machen könne, habe ich mich nicht bewogen finden können, Abänderungen oder Umgestaltungen vorzunehmen. Ich mache keinen Anspruch darauf, ein Lehrbuch für Constructeure haben schreiben zu wollen, sondern muß dieserhalb auf die oben ausgesprochene Absicht, das gute Bestehende zu erläutern, praktische Verfahrungsweisen Einzelner allgemein zu verbreiten und in zweifelhaften Fällen mit gutem Rath an die Hand zu gehen, verweisen. Dagegen habe ich mich beflissen, manche mir gewordene schätzbare Winke zu zweckmäßigen Verbesserungen bei den verschiedenen Ausgaben zu befolgen; für jene Rathschläge sowohl als für viele interessante Mittheilungen guter Einrichtungen muß ich hier meinen besten Dank aussprechen.

Die vorliegende vierte Auflage ist im Text sorgfältig durchgesehen und durch eine Menge neuer Mittheilungen erweitert worden. Zugleich sind manche veraltete Vorrichtungen weggelassen und dafür die neuesten und vorzüglichsten aufgenommen worden. Dem Herrn Verleger muß ich meine besondere Anerkennung für die neue Ausstattung des Buches darbringen; derselbe hat die Kosten nicht gescheut, fast alle Holzstiche des Werkes ganz neu stechen zu lassen, und ist durch die vortreffliche Ausführung der Deutlichkeit der Darstellung und Beschreibung aufs Wirksamste zu Hülfe gekommen.

Vorrede zur sechsten Auflage.

Bei Besorgung der vorliegenden sechsten Auflage dieses Buches, an deren Bearbeitung der geehrte Verfasser durch anderweitige Arbeiten verhindert war, bin ich durchgängig mit Pietät gegen das Vorhandene verfahren, und zwar um so lieber, als der „Führer“ in seiner schlichten, anspruchslosen Form sich durch eine Reihe von Ausgaben hindurch die Zuneigung seines Publikums zu erhalten gewußt hat. Es sind deshalb mit Befolgung der Rathschläge des Verfassers vorzugsweise Erweiterungen einzelner Paragraphen und Kapitel, wodurch ich gesucht habe, das Buch auf dem Standpunkte der heutigen Anforderungen zu erhalten.

Unter anderem wurden daher der Schmidt'sche Kessel, der Giffard'sche Einspritzer, der Black'sche Warner, mehrere Entluftungs- und Entwässerungsapparate für Dampfleitungen, Compensatoren u. s. w. aufgenommen. Die Dampfmaschinenanordnungen wurden um einige wesentliche Beispiele vermehrt, außerdem die Oberflächencondensation, welche auf den Seeschiffen eine so durchgreifende Reform begonnen hat, soweit es Raum und Zweck des Werkes erlaubten, behandelt. Daneben wurde der Text im allgemeinen sorgfältig durchgesehen, einzelne Bemerkungen, welche ihre Bedeutung mittlerweile eingebüßt haben, weggelassen oder nach den neueren Ansichten berichtigt, dabei aber immer gesucht, der Anschauung und dem Standpunkte, aus welchem von Anfang an das Buch hervorging, treu zu bleiben.

Ich bin auch der Ueberzeugung, daß eine Behandlung der Dampfmaschine, wie sie hier vorliegt, sich nämlich geradezu an den weniger Vorgebildeten wendend, ihren großen Nutzen noch lange behalten wird und auch dem gewiegten Kenner der weltbewegenden Dampfmaschine nicht unlieb sein dürfte. Die theoretischen und überhaupt gelehrten Schriften über dieselbe haben bei der jetzt so lebhaft voranschreitenden Entwicklung der Wärmetheorie eine an Schwierigkeiten nur zunehmende Aufgabe, welche durchaus verschieden von derjenigen dieses Buches bleibt und nach wie vor aus demselben ausgeschlossen ward; dennoch wird auch dem wirklichen Fachgelehrten, glaube ich, manche Mittheilung desselben willkommen sein. Im allgemeinen wird er daraus entnehmen, wie die Dampfmaschine in jetziger Zeit eine Art von Prüfung und Verbesserung ihrer kleinen Theile erfährt, daß der rege Erfindungsgeist sich an den kleineren Problemen mit Erfolg versucht, und dadurch der Maschine eine bemerkenswerthe Glätte und Feinheit ihrer Einzelheiten verschafft, mit denen es früher nicht so genau genommen wurde. Vielleicht ist dies mit ein Kennzeichen einer bevorstehenden wichtigen Umgestaltung der Dampfmaschine, wenn auch mir selbst eine solche noch nicht gerade vor der Thür zu stehen scheint. Denn man kann sich, je mehr man unsere heutige Dampfmaschine in allen ihren Eigenschaften ansieht, dem Gedanken nicht verschließen, daß dieselbe den Vorzug der außerordentlichsten Einfachheit besitzt, vermöge deren sie sowohl noch lange das Feld behaupten, als auch namentlich an zahllose Stellen hindringen kann, wo ihre Einführung einen unermeßlichen Fortschritt mit sich bringt. Meine besten Wünsche für die fernere freundliche Aufnahme des Buches begleiten daher dasselbe bei seinem erneuten Erscheinen.

Zürich, im Februar 1864.

F. Reuleaux.

Vorrede zur siebenten Auflage.

Der von der Verlagshandlung und mir geäußerte Wunsch, daß Herr Professor Reuleaux, nunmehr Director der königlichen Gewerbe-Akademie in Berlin, auch die Bearbeitung der siebenten Auflage übernehmen möge, konnte leider nicht in Erfüllung gehen. So erfolgte dann die Durchsicht derselben wieder durch mich. —

Ich habe mich bemüht, sie in der Richtung auszuführen, die in der Vorrede zur sechsten Auflage von Herrn Professor Reuleaux dargelegt wurde.

Eingehender Rücksprache mit ihm verdankt die jetzige Auflage Manches. Als dahin gehörend mögen hier genannt werden: Verbesserte Dampfkesselconstructionen, Ausrüstungen, die Dampfmaschine für die Klein-Industrie, Corlißmaschinen, Expansions- und Condensationsvorrichtungen. — Der Uebergang zum Metermaß ist durch Beifügung der hauptsächlichsten Dimensionen und Angaben nach jenem Maße vorbereitet.

Möge so das Werk in dieser neuen Auflage dem Publikum ein willkommenes sein.

Die zahlreichen Auflagen und eine Fülle zustimmender Schreiben gewähren mir die Befriedigung, etwas Nützliches damit gestiftet zu haben.

Berlin, Mai 1869.

C. F. Scholl.

Erstes Kapitel.

Von der Stellung des Maschinenwärters.

---

1. Die Dampfmaschine kommt in drei deutlich von einander verschiedenen Hauptformen zur industriellen Benutzung, nämlich als Landdampfmaschine, als Schiffdampfmaschine und als Lokomotivdampfmaschine. In allen drei Fällen nimmt der Maschinenwärter eine wichtige Stellung ein, von deren richtiger Erkenntniß seine gesammte Thätigkeit beeinflußt werden muß. Es wird deshalb gerathen sein, zum Beginn dieser Anleitung die Stellung des Wärters genau zu betrachten. Wir finden dabei, daß dieselbe eine dreifache Beziehung habe, nämlich:

1) zu seiner Beschäftigung,
2) zu seinem Herrn oder Vorgesetzten, und
3) zu seinen Mitarbeitern und Untergebenen.

Jedes von diesen Verhältnissen hat sein Eigenthümliches, und man kann für jedes einen bestimmten Weg vorzeichnen, bei dessen Befolgung sich alle Betheiligten wohl befinden.

2. Wir sprechen zunächst von der Beschäftigung des Wärters und zwar zunächst eines solchen für eine Landdampfmaschine. Die Verrichtungen desselben sind nach der Größe oder Art der Fabrikation verschieden, entweder einfach oder vielartig, anstrengend oder leicht, so daß sie seine ganze Arbeitszeit nicht beständig gleichmäßig ausfüllen. Immerhin aber zerfallen sie in:

1) Heizung des Kessels,
2) Wartung der Maschine,
3) Instandhaltung der Triebwerke.

Bei großen Fabriken oder Werken kann ein einzelner Mann dies nicht alles besorgen. Dann werden ihm Hilfsarbeiter gestellt, vor allem Heizer, denen die untergeordneten Arbeiten übertragen sind. Da aber dem Wärter die Obhut des Ganzen anvertraut ist, und er für alles verantwortlich bleibt, was in seinem Bereiche vorkommt, so ist es durchaus nöthig, daß er alle einschlagenden Arbeiten kenne, daß er sie praktisch getrieben habe und jederzeit seine Untergebenen durch Beispiele unterweisen kann.

3. Unter den Hauptanforderungen an einen guten Maschinenwärter sind zunächst diejenigen Eigenschaften zu nennen, welche er mit jedem zuverlässigen und achtungswerthen Menschen gemein haben soll, Treue, Redlichkeit, Offenheit, Mäßigkeit. Wir dürften wohl kaum nöthig haben, dieselben hier anzuführen; da sie aber für die Stellung des Maschinenwärters von großer Bedeutung sind, so wird weiter unten noch die Rede davon sein, wo es sich um die Stellung zu seinen Vorgesetzten und Untergebenen handelt. Dann folgen als sehr wichtig Gesundheit und körperliche Stärke, eine gehörige Schulbildung, so wie sie in unseren Elementarschulen erreicht wird, das gründliche Verstehen eines Handwerkes, und endlich eine Kenntniß vom Dampf-Maschinen-Aufstellen, welches an wenigstens einer Maschine mit Triebwerk geübt sein sollte.

4. Gesundheit und Körperstärke werden in dem Geschäfte des Wärters vielfach auf die Probe gestellt: so bei den Arbeiten am Ofen des Dampfkessels, beim Schüren und Reinhalten des Feuers bei schlechten Brennstoffen, beim Ab- und Ansetzen der Maschinen u. s. w.; auch ist, wenn nicht Tag und Nacht durchgearbeitet wird, die Arbeitszeit des Wärters um circa 1 bis $1^1/_4$ Stunden länger, als die der anderen Arbeiter; denn es ist meist erforderlich, daß er am Morgen zum Anheizen $^3/_4$ Stunden vor Beginn der allgemeinen Arbeit und Abends zum Reinigen und Ordnen $^1/_2$ Stunde nach Feierabend gegenwärtig sei. Außerdem giebt es Arbeiten, die noch mehr als obige anstrengend sind, die sich indeß bei guten Maschinen und guter Führung zum Glück nur selten wiederholen. Dahin gehören: das Reinigen der Feuerkanäle oder Züge des Kesselofens, das Reinigen des Kessels von dem angesetzten Pfannenstein, Reparaturen an dem Ofen, dem Kessel und der Maschine, Beseitigung anderer Störungen. Diese

Arbeiten sind anstrengend, weil sie sowohl in kurzer Zeit abgemacht werden müssen, damit kein schädlicher Aufenthalt in dem Betriebe entstehe, als man auch meistens dabei großer Hitze und vielen Unbequemlichkeiten ausgesetzt ist. In solchen Fällen muß die Arbeit mit Ernst und Eifer begonnen werden; das Beispiel des Wärters soll die Gehilfen antreiben, nicht nachzulassen, bis alles wieder in gutem Stande ist; eine durchwachte und durcharbeitete Nacht darf nicht in Anschlag gebracht werden, denn meist tritt nach der gelungenen Vollendung die frühere Regelmäßigkeit der Beschäftigung und ein besserer Gang der Maschine ein, welcher gewissermaßen Ruhe und Erholung gewährt.

5. Es ergeht demnach der wohlmeinende Rath an diejenigen, welche den Stand des Maschinenwärters ergreifen wollen, vorher ihre Gesundheit und Körperstärke zu prüfen. Beide müssen eisern sein, wie es die ihnen anvertraute Maschine ist; sodann müssen Gelenkigkeit und Behendigkeit, und vor allen Dingen Ausdauer und Zähigkeit vorhanden sein. Einem, der sich dieser Eigenschaften nicht bewußt ist, sollte man die Wartung einer Dampfmaschine nicht anvertrauen.

Leute, welche jene Eigenschaften wirklich besitzen, haben in der Regel ein aufgewecktes und aufgeräumtes Wesen und verrichten ihr Geschäft stets in guter Laune. Diese paßt auch sehr wohl zu einer Umgebung, in der alles lebt und webt, wo Jeder sich tummeln und beeifern muß, wo die rastlosen Maschinen ein so unverdrossenes Beispiel geben. Mit leichtem aber bedächtigem Sinn, mit Lust und Liebe zur Arbeit erreicht man hier wie in sehr vielen anderen Lebensstellungen vieles, überwindet alles, indem man dadurch lernt Schwierigkeiten gering zu achten.

6. In Betreff der Schulbildung des Wärters Folgendes. Lesen und Schreiben müssen geläufig sein und fortwährend geübt werden. Wohl sind im Allgemeinen diese elementaren Kenntnisse in Deutschland so verbreitet, daß die Fälle der Unkunde auch in den arbeitenden Klassen zu den Seltenheiten gehören. Dennoch aber muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß der Maschinenbesitzer bei Anstellung des Wärters sich in dieser Beziehung erkundigen soll. Der des Lesens und Schreibens kundige Wärter kann sich durch gute Bücher belehren, ausbilden und, wenn ihm Zeit dafür bleibt,

sich unterhalten, braucht sich nicht anderen blindlings anzuvertrauen, und läuft daher weniger Gefahr, betrogen zu werden; er kann seine Fähigkeiten dem Dienstherrn sehr nützlich machen durch Berichte, Notizen, schriftliche Bestellungen, und endlich sich die Aussicht auf die höheren Stellen in seinem Fache, z. B. die des Obermaschinisten bei größeren Betrieben, eröffnen. Der Verfasser fragte einmal den 50jährigen Maschinisten eines rheinischen Dampfbootes, den er vor 9 Jahren schon als zweiten Maschinisten gesehen, wie es ihm nun als erstem ergehe? Leider bin ich noch nicht Obermaschinist, war die Antwort, und kann es auch nicht werden, weil ich nicht Lesen und Schreiben verstehe.

Sowie ein Jeder das Rechnen so weit kennen sollte, daß er seine Einnahme und Ausgabe, überhaupt seinen Haushalt mit Zahlen belegen kann, so kommt dem Maschinisten eine solche Fertigkeit sehr zu statten sowohl für die Führung seiner eigenen Rechnung, als namentlich auch für die Berechnung des Verbrauches der Maschine. Dazu gehört nun die Kenntniß des praktischen Rechnens bis zur Regel-Detri mit Brüchen, diese noch eingeschlossen.

7. Das gründliche Verstehen eines Handwerkes müssen wir als unerläßlich für den Maschinenwärter bezeichnen. Die Beschäftigung desselben leitet leicht darauf hin, unter welchen Handwerken hier zu wählen ist. Diese sind nämlich: das des Schmiedes, des Schlossers oder des Schreiners. Die beiden ersteren passen etwas besser für den Wärter, als das letztere; denn jene lehren ihn mit dem Feuer umgehen und die Metalle zu bearbeiten, überhaupt Arbeiten, die mehr in die Anfertigung, und daher auch in die Wartung der Maschinen einschlagen, während hierbei die Fertigkeiten des Schreiners seltener verlangt werden. Es kommen im Wärterfache eine Menge von Arbeiten und kleinen Reparaturen vor, welche der Wärter unmöglich dem Schlosser oder Schmied zuschicken kann, die er also selbst besorgen muß. Denn er weiß z. B. genauer als jeder andere, wie ein Stück beschaffen sein muß, welches ein gebrochenes oder untaugliches ersetzen soll, damit es nun seinen Zweck besser erfülle. Es würde oft sehr zeitraubend sein, wenn er das alles erklären und bestimmen wollte, fast in derselben Zeit würde er das Stück fertig und wieder an seinem Platze haben. Als derartige Reparaturen

nennen wir: das Anfertigen oder Verändern von Keilen, Vorsteckstiften, Unterlegscheiben, Rohrschrauben, Muttern, das Anfertigen von Kaltmeißeln, Bohrern u. s. w.

Das Schreinerhandwerk liefert aber dennoch gute Wärter, weil in demselben Vieles gemessen, construirt und richtig gefügt werden muß; die Fertigkeit in diesen Dingen hilft dem Wärter oft bedeutend, den richtigen Gang und Stand seiner Maschine zu beurtheilen. Auch kommen bei Umänderungen und Reparaturen mancherlei wirkliche Schreinerarbeiten vor, und so findet man in der Regel, daß die Wärter aus dem Schlosserfache sich eine Menge von Schreinerhandgriffen erworben haben, während diejenigen aus dem Schreinerfache mit der Eisenbearbeitung umgehen lernten.

8. Wir halten ferner dafür, daß ein Wärter die Aufstellung von Maschinen und alle dabei vorkommenden Arbeiten gründlich kennen gelernt und mitgemacht haben müsse. Das letztere ist für ihn die beste Lehre, und sollte er dabei auch nur als Handlanger beschäftigt sein. Denn dabei erfährt er, warum in der Aufstellung und Zusammensetzung der betreffenden Maschine dieses so und jenes anders sein muß, er sieht, wie man deren Theile regelrecht zusammenfügt und auseinandernimmt, er erlernt aus einer Menge kleiner Handgriffe die Hauptlehren über den richtigen Stand, die Lage und Verhältnisse der Maschinerien, und zugleich die Mittel, diese Dinge zu untersuchen und abzuändern. Die beständige Wartung von Maschinen und der tägliche Umgang mit denselben ist wohl ein sicherer Lehrmeister, bei welchem man fast täglich Neues und Besseres erfährt, und so gibt eine lange Praxis auch nach und nach jene Kenntnisse; allein für das rasche und doch gründliche Erlernen derselben gibt es für den angehenden Wärter keine bessere Schule, als das Maschinenaufstellen. Demzufolge ist dem Fabrikanten, der einen mechanischen Betrieb einrichtet, zu rathen, wenn er nicht von dem Lieferanten der Dampfmaschine einen Wärter ständig annehmen will, einen Mann von den besprochenen Eigenschaften bei der Aufstellung der Maschinen zu beschäftigen, denselben also hier seine Lehre beginnen zu lassen. Meistens stellen die Maschinenfabriken während der Garantiezeit einen Wärter zu der Dampfmaschine, welcher dann auch die Verpflichtung hat, einen anderen zu unterweisen und zur Behandlung der Maschine

anzuführen. Die Garantiezeit, welche gewöhnlich sechs Monate, seltener ein ganzes Jahr währt, reicht indessen oft für den lernenden Wärter nicht aus, alles nöthige in Erfahrung zu bringen, manche Erscheinungen im Gange der Maschine treten erst nach längerer Zeit ein, oft sind auch solche Garantie-Wärter nicht gut aufgeräumt und wenig mittheilend, insbesondere dann, wenn sie gern selbst die Stelle behalten möchten. Ist aber der Fabrikant und Besitzer einmal fest entschlossen, einen solchen Mann (der oft noch übertriebene Ansprüche macht) nicht zu behalten, so bleibt dem lernenden Wärter nichts übrig, als mit doppelter Aufmerksamkeit das Verhalten und Verfahren des Maschinisten in Bezug auf die Maschine zu beobachten, sich alle Handgriffe und Vortheile zu merken und überhaupt im möglichst besten Einverständniß mit demselben zu verkehren. Er wird dann nach Ablauf der Garantiezeit die Maschine gut übernehmen können, wenn er sich in Betreff unbekannter Zufälle auf seine Geschicklichkeit und eigenes Nachdenken verlassen kann.

9. In seiner nunmehrigen Stellung machen wir dem Wärter gegenüber der Beschäftigung noch manches zur Pflicht. Pünktlichkeit und Bestimmtheit müssen in allen seinen Arbeiten herrschen. Das Tagewerk muß gehörig früh begonnen werden, um die Dampferzeugung regelrecht beginnen, die Maschine vorbereiten, die Triebwerke nachsehen zu können, so daß alles zur festgesetzten Stunde in Thätigkeit gesetzt und darin erhalten werden kann. Wenn am vorherigen Abende alles gehörig vorbereitet worden ist, wenn mittelst guten Schlusses der Thüren und Zugregister alle unnöthige Abkühlung des Dampfkessels vermieden wurde, dann reichen $^3/_4$ Stunden, oft $^1/_2$ Stunde, zu der Vorbereitung hin. Die Erfahrung wird dem Wärter bald zeigen, um wie vieles früher er beginnen muß, wenn die Maschine länger als während einer Nacht gestanden hat, z. B. nach Sonn- und Feiertagen, nach geschehener Kesselreinigung, nach Reparaturen.

10. Aufmerksamkeit auf jeden Theil des ihm anvertrauten Ganzen, auf den Gang und die Bewegung der Maschine, auf alle Vorkommnisse bei dem Kessel. Die geringste Undichtheit am Kessel selbst, den Dampfleitungsröhren, den Pumpen und anderen Apparaten, abgenutzte und verschlissene Stellen, Verstopfungen, Verunreinigungen

aller Orte, wo Wasser oder Dampf sich befinden, wozu auch die Brunnen gerechnet werden müssen, Verschiebung oder Versetzung von Lagern, Rädern u. dergl. dürfen ihm nicht verborgen bleiben. Diese Vorkommnisse werden weiter unten noch ausführlich besprochen werden. Das Auge des Wärters muß so aufmerksam und scharf sein und den regelmäßigen Zustand des Ganzen so durch und durch kennen, daß ihm die allerkleinste Abweichung, der unbedeutendste Fehler sogleich auffällt. Dann ist es sofort nöthig, die Unregelmäßigkeiten zu beseitigen oder wenigstens für so lange Vorsichtsmaßregeln zu treffen, bis Abhilfe geleistet werden kann, z. B. in der Mittagsstunde oder nach Feierabend.

Demgemäß verlangen wir, daß der Wärter eine nie ruhende Sorge für den guten Gang der Maschine, für die augenblickliche Abhilfe von Uebelständen habe, daß er in solchen Fällen immer das Seinige thue, indem er dem Herrn oder Vorgesetzten Anzeige macht und von diesem Gestattung der Arbeit und Unterstützung bei derselben verlangt. Vermuthet er irgendwie Mängel an den inneren Theilen, wofür die Zeichen nicht immer so augenfällig sind, so muß er durch Oeffnung der einschließenden Gefäße sich davon Gewißheit verschaffen. Am besten ist es aber, wenn er diese zu gewissen festgesetzten Zeiten einmal untersucht, selbst wenn der Gang der Maschine keinen Fehler hätte vermuthen lassen. Die Anzeichen von Fehlern werden weiter unten genau angegeben; wir nennen hier nur größeren Kohlenverbrauch, Wassermangel der Pumpen, unregelmäßiges Ausstoßen des gebrauchten Dampfes ꝛc. Immerhin aber betonen wir aufs Bestimmteste die Wichtigkeit des Gesagten, indem noch sehr viele Maschinenbesitzer die Frage der Sorgfalt der Behandlung der Maschine viel zu leicht nehmen und zu nehmen gestatten, deshalb aber sowohl in den Betriebskosten als in der Dauer der Maschine die empfindlichsten Nachtheile erleiden.

11. Der gute Gang einer Maschine, eines ganzen Werkes, seine lange Dauer, geringe Abnutzung und überhaupt Oekonomie im Verbrauch werden am sichersten verbürgt durch eine große Reinlichkeits- und Ordnungsliebe des Wärters. Ist diese ihm eigen, so ergibt sich die vorerwähnte Aufmerksamkeit von selbst, und mit ihr auch ihre guten Folgen. Es können in Bezug auf Reinlichkeit und

Ordnung die Anforderungen an den Wärter kaum zu hoch gestellt werden; auf das Härteste ist jeder Schmutz, jeder Anschein davon zu verfolgen. Denn nicht umsonst liefert uns der Maschinenfabrikant manche Theile so exact gearbeitet, so schön und blank, von so gefälliger Form, so viele Theile abgedreht und sauber gemacht, wo doch eigentlich Richtigkeit und Genauigkeit ihm sowohl als dem Zweck schon genügt haben würden, nicht umsonst stellt er uns Alles so genau, so fest, füllt Fugen aus — er erwartet, daß alles so bleibe; er weiß, daß Reinlichkeit für die Erhaltung der Maschine nöthig ist, deshalb gibt er so viele Gelegenheit, so viele Aufforderung, den Sinn für dieselbe zu zeigen. Dieser Reinlichkeitssinn muß sich über das ganze Zubehör der Maschine erstrecken: das Innere des Dampfkessels, das Innere der Züge und des Ofens, die Heizstelle, das Maschinenhaus, die Maschine selbst und die Triebwerke müssen ihn bekunden.

Da darf z. B. das Brennmaterial nicht vor der Heizstelle verstreut, mit der Asche vermischt, sondern muß an dem ihm bestimmt anzuweisenden Platz stets sauber zusammengekehrt liegen, wie überhaupt im Kesselhaus der Besen strenges Regiment zu führen hat; die Risse und Sprünge der Kesselmauerung müssen gut verstrichen, dem Ganzen ein sauberer Abputz gegeben sein, Ruß u. dgl. Abfälle von dem Ausputzen der Kanäle sogleich fortgeschafft werden. Die Maschinenkammer ist sauber und nett zu erhalten in einem freundlichen hellen Anstrich, Glasfenster und Thüren hell und rein; vor Allem ist hier das Anlehnen an die Wände mit fettigen Händen oder beschmutzten Kleidern zu vermeiden. Der Boden der Maschinenkammer muß stets rein gekehrt — oftmals gescheuert — vorzüglich aber vor Fett- und Schmierflecken bewahrt werden; namentlich gegen diese kann man nicht genug eifern, denn neben dem schlechten Anblick, den sie gewähren, sind sie gefährlich, indem man beim Auftreten auf dieselben leicht ausgleitet und so zu Schaden kommen kann. Man verhütet sie leicht durch fleißiges Abputzen des fließenden Oels, oder durch Anbringung von Tropfschalen. Die Lampen, welche zur Erleuchtung des Maschinenlokals dienen, dürfen nicht rußen, indem sie sonst häßliche Spuren zurücklassen. Alle offen brennenden Lampen flackern und rußen vermöge der stattfindenden Luftbewegung. Deshalb sollte bei Oelbeleuchtung der Besitzer Lampen mit Argand'schen Brennern an-

schaffen, deren Zahl und Aufhängung sich nach der Größe des Lokals und der Stellung der Maschine zu richten hat. Die Haupttheile dieser letzteren, namentlich aber die Steuerung und Abstellung, müssen recht hell beleuchtet sein. Bei aller Sorge für die Sauberkeit erfordert indessen das Maschinenlokal jährlich einen Anstrich, wenn nämlich solcher nicht in Oelfarbe, also für längere Dauer, gemacht worden ist. Was die Maschinentheile selbst anlangt, so müssen die vom Fabrikanten blank gemachten Stücke immerfort blank gehalten werden, der Wärter darf sie unter keiner Bedingung mit Farbe überpinseln, indem dies die Unreinlichkeit fördert und meist auch das gute Aussehen stört; hat der Wärter z. B. blank gemachte Schraubenmuttern mit Farbe angestrichen und kommt dann in den Fall, sie wieder loszudrehen, so faßt erstlich der Schraubenschlüssel nicht gehörig und dann reibt er an den Kanten die Farbe weg, wodurch die Theile ein schäbiges und unordentliches Aussehen bekommen. Rostflecken und Fettstreifen dürfen nicht geduldet werden, letztere sind täglich mehrere Male abzuwischen, damit eine Verharzung des Oels nicht vorkomme.

Wie schon gesagt wurde, macht eben die große Reinlichkeits- und Ordnungsliebe den Wärter aufmerksam und erhält ihn wach und thätig; indem er für die Maschine so sorgt, daß alle Theile in schönem Anstrich oder blanker Politur glänzen, wird ihm so leicht kein Fehler entgehen, kann er schon bei dessen Entstehen für augenblickliche Abhülfe sorgen, wird er seine Maschine lieb gewinnen und ihr seine Sorgfalt mit Vergnügen und berechtigtem Stolze zuwenden; er empfängt dafür das Lob seines Herrn und etwaiger Besucher und hat die Gewißheit, in bester Weise für den Vortheil seines Brodherrn zu sorgen.

12. Eigenschaften, die dem Maschinenwärter nicht fehlen sollten, die sich aber, wenn sie nicht von Natur aus da sind, nicht leicht erwerben lassen, sind Kaltblütigkeit und Besonnenheit in Unglücksfällen an der Maschine. Er kommt zu oft in den Fall, sein oder anderer Leben durch Geistesgegenwart, durch einen bedachtsamen Griff, Ruck oder Stoß zu retten; die Erhaltung ganzer Einrichtungen wird oft so bedenklich und gefährlich, daß es alsdann nur einem kaltblütigen, bis zum Letzten noch überlegenden Wärter gelingen kann, großen Schaden zu verhüten. Derlei Vorkommnisse hat man insbesondere

bei den Bergwerksmaschinen und bei den Walzwerken zu gewärtigen. Dem Verfasser ist ein Fall bekannt, wo ein Wärter in dem Pumpenschachte einer Kohlengrube mehrere Stunden lang in starrer Ruhe liegen bleiben mußte, um nicht von einem Bolzen des Gestänges erdrückt zu werden, oder in die Tiefe zu stürzen. An einem anderen Orte zerstiebte das Schwungrad einer Förderungsmaschine in viele Stücke, von welchen eines den Wärter mit gebrochenem Schenkel zu Boden warf; dennoch brachte der brave Mann mit der letzten Anstrengung noch die Maschine zum Stehen.

Um Unglücksfällen vorbeugen zu können, sind sowohl in der Maschinenkammer, als in den Werkstätten Lärm- oder Signalglocken anzubringen und die Signale zu verabreden. Durch solche kann, da der Wärter sich immer in der Maschinenkammer oder doch in der Nähe aufzuhalten hat, vor manchen schlimmen Zufällen frühzeitig gewarnt und denselben begegnet werden. Bei Maschinen, welche längere Triebwerke in Bewegung setzen, sollte stets dem Maschinisten die Handhabe einer sogenannten selbstthätigen Ausrückung nahe zur Hand sein, eine Kuppelung, bei welcher nach geschehenem Einrücken eines Hebels das Triebwerk durch die Maschine selbst ausgelöst, und so fast augenblicklich zum Stillstand gebracht wird.

13. Nur ungern sprechen wir nun von einer der schlimmsten Gewohnheiten, von dem Laster des Trunkes. Da dasselbe aber oft im Gefolge der Beschäftigung des Maschinenwärters gefunden wird und die traurigsten Ereignisse herbeiführt, so können wir nicht anders als einen dem Trunk ergebenen Wärter als einen erbärmlichen Menschen darstellen, der muthwillig in seinen Nachtheil, in sein Verderben rennt. Wenden wir uns ab von dem Anblick jenes taumelnden Mannes, der, selbst ohnmächtig, doch noch die Maschine führen will. Wir wollen das Verderben nicht ausmalen, welches er anzurichten im Stande ist; hoffen aber, daß der Vorgesetzte ihn nach Verdienst belohne, d. h. auf der Stelle entlasse. — Damit zugleich aber verdammen wir nicht allen Genuß geistiger Getränke, nein, wir gestatten nach hartem Tagewerke, bei außergewöhnlichen Anstrengungen eine kleine Gabe, z. B. bei Kesselreinigung in der Hitze, nach vollbrachter Fahrt auf den Dampfbooten u. s. f., indem hier Ansprüche an die

Körperkräfte erhoben werden, die eine außergewöhnliche Auffrischung derselben berechtigt erscheinen lassen.

14. Wenn der Wärter in der besprochenen Art sein Geschäft verrichtet und die ihm anvertrauten Einrichtungen im besten Stande erhält, so ist dieses allein schon der Grund zu einem guten Vernehmen mit seinem Vorgesetzten; denn gewissenhafte Erfüllung der Pflichten muß immer anerkannt und gewürdigt werden. Demzufolge bleibt über dieses Verhältniß wenig zu sagen übrig. Treue und Redlichkeit im ausgedehntesten Maße setzen wir stillschweigend voraus. Es könnten Beispiele von allen erdenkbaren Unterschleifen und Veruntreuungen erzählt werden, die so geschickt betrieben wurden, daß nur ein günstiger Zufall sie verrathen konnte; doch wollen wir aus mancherlei Gründen davon schweigen. Dem Wärter ist vielfach Gelegenheit gegeben, sich auf heimliche Weise Vortheile zu verschaffen; allein wir setzen das Vertrauen in sein Ehrgefühl und seinen Rechtlichkeitssinn, daß er sich nicht werde verleiten lassen, den rechten offenen Weg zu verlassen, verachten aber aufs tiefste den, welcher keine Scheu vor der Aneignung fremden, anvertrauten Gutes besitzt. Wir erwarten vielmehr, daß er das Interesse und den Vortheil seines Herrn als die seinigen betrachte, und eben so thätig dafür sorge. Alle nur irgend möglichen Ersparnisse und Vortheile müssen eingeführt und benutzt werden; unabläßig muß der Wärter darauf sinnen, die Betriebsmaterialien, Brennstoff, Schmiermittel, Kitt u. dergl., zu Rathe zu halten, nie zu viel anzuwenden und dennoch die ganze Einrichtung im gehörigen kräftigen Gange zu halten. Wir geben zu diesem Zweck weiter unten noch mancherlei Anleitung. In den meisten Fällen wird ein solches Streben nach Ersparnissen auch Erfolg haben, d. h. man wird weniger gebrauchen, als vorher bei sorgloserem Verfahren verbraucht wurde, wovon man alsdann den Vorgesetzten leicht wird überzeugen können. Da wir nun als Vorgesetzten oder Herrn uns stets einen rechtlichen, biederen Mann denken, so erwarten wir von ihm, daß er die Leistungen seines Wärters auch anerkenne und denselben demgemäß stelle. Auf solche Art ist der Wärter Herr seiner Stellung und seiner Verhältnisse.

15. Es ist mannigfach versucht worden, die Arbeiter in Fabriken dadurch zum Auffinden von Ersparnissen zu bewegen, daß man ihnen

einen gewissen Theil der ersparten Summen gab, mit anderen Worten, man betheiligte sie direct am Gewinn. An keinem Orte dürfte eine derartige Einrichtung passender sein, als bei dem Betrieb einer Dampfmaschine. Der Vorgesetzte möge dabei erkennen, daß er sich in keiner Art etwas vergibt, wenn er sich in ein solches Verhältniß mit seinem Wärter stellt; denn der Gewinnantheil läßt sich ganz gut als eine nur für diesen ausgesetzte, verdienbare Prämie betrachten. Wird sie erreicht — nun, so gewinnen beide Betheiligte. Der Vorgesetzte kann ferner bei der allerschärfsten Controle, bei allen erdenklichen An- und Verordnungen es nicht so weit bringen, als der routinirte Wärter; denn durch solche wird oft dessen Ungeduld erregt und der gute Wille gelähmt; dieser letztere aber hilft dem Wärter in dem anderen Falle so sehr, daß er gewöhnlich sehr bald mit der einen oder anderen Verbesserung zurecht kommt. Der Gang der Maschine während der Garantiezeit muß als Maßstab bei diesen Ersparnissen angenommen werden; denn es läßt sich denken, daß der Lieferant sowie der von ihm angestellte Wärter alles Mögliche thun, um ihre Maschine als eine tüchtige und im Verbrauch wohlfeile darzustellen, wodurch jenem zunächst vollständige Bezahlung und guter Ruf gesichert werden. Uns sind indessen viele Beispiele bekannt geworden, wo nach Verlauf der Garantiezeit der neue angelernte Wärter bald seinen Herrn noch viel mehr befriedigte, als der frühere. Hat nun der Besitzer sich in der Art mit dem Wärter verabredet, daß dieser z. B. $^1/_4$ der durch ihn bewirkten Ersparniß bekommt, so gehört es sich, daß der Wärter der Abrechnung, wie sie sein Herr macht, volles Vertrauen schenke, weil er ihn nicht um Vorlegung der Bücher, Angabe aller Preise u. s. f. angehen darf. So viel sei hier im Allgemeinen über diese Art von Stellung des Wärters zu seinem Vorgesetzten gesagt, das Besondere muß sich in jedem einzelnen Falle, wo beide Theile sich zu einigen gesonnen sind, feststellen.

16. Zu dem vorher besprochenen Zwecke sowohl, als auch überhaupt, ist es nöthig, daß der Wärter immer genau wisse, wie viel seine Maschine von allen Materialien verbrauche, um ein gewisses Tagewerk zu verrichten. Dazu dient ihm meistentheils schon sein Gedächtniß und die oft wiederholte Herbeischaffung aller Materialien. Sowie es auf den Hüttenwerken üblich ist, die Zahl der Gichten

(Sätze) und den Verbrauch an Material auf einer Tafel sofort anzumerken, welche Notizen wöchentlich abgenommen werden, ist es auch hier nöthig, in gleicher Art den Verbrauch anzugeben. (Siehe das Schema zu einer Verbrauchstafel im Anhang unter O.) Der Wärter hat dabei den Bedarf an Brennmaterial für seine Maschine, sowie er ihn herbeischafft, aufzuschreiben, die Arbeitszeit, die außergewöhnlichen Stillstände u. s. w. zu notiren.

Wir halten es außerdem für gut, daß er auch für sich selbst darüber ein Notizbuch führe und so genau als möglich anmerke, wie viel gearbeitet wurde, wie nämlich die Maschine belastet war und wie viel sie dabei gebraucht hat an Brennmaterial, Fett, Oel, Hanf. Das kann er entweder auf den Tag oder die Woche notiren. Hieraus erwächst ihm eine stets besser werdende Kenntniß seiner Maschine; er erhält Gelegenheit, genaue Vergleiche anzustellen, wenn er eine Aenderung getroffen hat, von der er sich Gutes versprach; er kann ferner seinem Vorgesetzten zu jeder Zeit diese Angaben genau machen, welche in dessen Büchern nicht so einzeln angemerkt sind. Wir haben solche Notizen sehr bewährt gefunden, wenn verschiedene Mischungen von Steinkohlensorten, neue Oelungseinrichtungen oder andere Umänderungen versucht wurden.

17. Wenn der Besitzer einer Maschine, also der Herr oder Vorgesetzte des Wärters, keine genaue Kenntniß von derselben und ihrer Wartung hat, wie dieses meistentheils kurz nach beendigter Anlage überall stattfindet, so machen wir es dem Wärter zur Vorschrift, demselben so viel mitzutheilen, als er begehrt und als ihm irgend nöthig sein kann; da gestatten wir keine Ausrede, keine Verblümung oder gar eine unwahre Darstellung. Wir würden dies nicht so hervorheben, wenn nicht vielfache Beispiele uns gezeigt hätten, wie die Besitzer in solchen Fällen oft lange hinters Licht geführt wurden. Die Wärter sagten dann wohl: was braucht der Herr dies und das zu wissen, nur um uns nachher zu plagen. Wirklich kommt dieses auch oft vor; aber wir finden es da zehnmal, wo der Herr unerfahren ist oder hintergangen wurde, während wir es nur einmal erfahren, wenn jener Sachkenntniß besitzt. In letztem Falle können Besitzer und Wärter sich unter einander besprechen, und dann stellt sich der richtige Thatbestand bald heraus. Wenn irgend etwas Außer-

gewöhnliches in dem Betriebe vorkommt, so darf dem Vorgesetzten nie der wahre Grund verhehlt werden, z. B. bei Wassermangel der Pumpen, Verstopfungen, Verschiebungen u. dgl. Je heller und richtiger der Vorgesetzte in allen diesen Dingen sieht, um so besser steht es um Wärter und die Maschine selbst. Wir wollen indessen damit nicht sagen, daß jeder kleine Unfall, jede geringe Versäumniß u. s. w. gleich mitgetheilt werde, denn das würde dem Besitzer fortwährende Besorgniß verursachen; wir warnen vielmehr alle an einer Maschine Betheiligten, auf jede hinterbrachte Nachricht zu hören oder selbst je eine zu geben; da muß der gerade Weg, der beste Weg eingeschlagen werden, man muß sich einander offen und gerade erklären. Ist ferner einmal eine Versäumniß, ein Versehen, ein unglücklicher Versuch Schuld an einem Aufenthalte, einer Reparatur oder gar einem Bruche, dann bringt ein offenes Geständniß des Wärters alles rascher wieder ins Geleise, als alle Umschweife.

Wir halten die Wahrheitsliebe, Aufrichtigkeit und Ergebenheit eines guten Wärters für so groß, daß wir nie vermuthen, er werde einen anderen Weg einschlagen, als den, welchen ihm jene Charaktereigenschaften vorschreiben, können also nur wohlmeinend rathen, dem obigen in allen Fällen nachzukommen.

18. Was nun die zu leistende Arbeit und deren Lohn betrifft, so ist dies eine Hauptbeziehung des Wärters zu seinem Herrn, die wir aber nicht weiter untersuchen und bestimmen können. Hier ist persönliche Uebereinkunft nöthig, welche die geleistete Arbeit, die Dauer und Beschwerlichkeit derselben, die Unterhaltskosten u. s. w. abwägt und demgemäß einen Lohn festsetzt. Maschinen bis zu 20 Pferdestärken können immerhin von einem Wärter ohne Gehilfen versehen werden, wenn ihm nur bei 16- bis 20pferdigen Maschinen der Brennstoff an die Heizstelle gebracht wird. Bei schwächeren Maschinen hat der Wärter hier und da etwas freie Zeit, die viele Fabrikbesitzer durch gewisse anderweitige Arbeiten auszufüllen suchen. Wir müssen aber so viel als möglich von einem solchen Verfahren abrathen, — nicht um den Wärter zu schonen, sondern um den Besitzer der Maschine abzuhalten, den Wärter nicht seiner Maschine zu entziehen, ihn derselben vor und nach zu entfremden. Denn in solchen Fällen fanden wir nur zu oft, daß sich Sorglosigkeiten und Fehler einschlichen, und

dadurch Schaden erwuchs. Dieses alles stellt sich leicht und bald fest, wenn einmal der Wärter auf seine Beschäftigung recht eingearbeitet ist und er alles mit möglichster Zeit- und Kraftersparniß zu thun sich bemüht. Die Arbeitszeit, mit Ausschluß des Anfeuerns und Aufräumens am Abend, dehnen wir ungern auf 14 Stunden aus, halten dagegen die von 12 geeigneter, insofern sie sich mit der sonst eingeführten Arbeitszeit vereinigen läßt. Wird Tag und Nacht durchgearbeitet, so lösen sich die beiden Wärter nach 12stündiger Arbeit ab, der Dienst ist dann insoweit erleichtert, als das Anfeuern nur einmal in der Woche zu geschehen braucht. Gewöhnlich besteht dann auch zwischen beiden Wärtern die Vereinbarung, daß sie, mit Wochen abwechselnd, die Tag- oder die Nachtschicht übernehmen.

19. Den Lohn stelle der Besitzer seinem Wärter nicht zu niedrig. Es ist dies der unpassendste Ort, Geld zu ersparen, der nur gefunden werden kann. Ein guter Wärter ist mit Recht weit über jeden Tagelöhner und gewöhnlichen Arbeiter zu stellen, und zwar um so mehr, je mehr er den von uns im vorherigen gestellten Bedingungen entspricht. Die allzu große Verschiedenartigkeit der Lohn- und Unterhaltsverhältnisse der Orte, wo gegenwärtiges Buch verbreitet werden dürfte, lassen es nicht zu, hier einen bestimmten Ansatz für die Bezahlung und Anstellung eines Maschinenwärters zu machen. Hier halte man den Grundsatz fest: leben und leben lassen; dem Manne, dem man vieles anvertraut, der unser Eigenthum mit Sorge und Liebe wartet, vergönne und bestimme man dafür eine Vergütung, gewissermaßen eine beständige Ermunterung. Andernfalls denkt er bald: ich bekomme doch nur einen gewöhnlichen Tagelohn, warum mich abmühen, weshalb mir viele Sorge machen, gethan ist gethan. Wir haben noch nie viel gutes von einem wohlfeilen Wärter gesehen. Indem wir nun hier auf eine ausreichende und gute Besoldung der Wärter antragen, soll dies doch nicht ohne Weiteres diejenigen Wärter, welche dieses lesen, zu höheren Forderungen anregen; es handelt sich hier nur darum, der Arbeit ihren Lohn zu gewinnen, dem Besitzer zu zeigen, daß er *wohl daran thue*, beim Maschinenwärter nicht ängstlich zu sparen, weil er dadurch leicht Gefahr läuft, an anderen Orten eben so viel und mehr einzubüßen. Wenn solche zu schlecht besoldete Leute ein Jahr lang eine Maschine bedient haben, und der

Besitzer unglücklicherweise nicht selbst überall getrieben und zugesehen hat, so wird ihm die Lust ziemlich vergehen, seine ehemals schöne und gute Maschine zu besuchen. Dabei ist noch ein Hauptfehler der, daß durch die wachsende Nachlässigkeit solcher Leute vor und nach andere, oft gar der Besitzer selbst angesteckt werden, und dann minder aufmerksam sind. Eine sehr empfehlenswerthe Art der Belohnung, welche die an der Maschine und den Kesseln Angestellten zur größten Thätigkeit und Sparsamkeit anzuspornen vermag, ist die der freiwilligen Gratificationen von Seite des Besitzers, z. B. am Jahresschlusse und bei anderen Gelegenheiten. Ist es einmal bekannt, daß diese nach dem Grade der Zufriedenheit ausfallen, so wird von jenen stets darnach gestrebt werden, das Möglichste zu erreichen.

Es kann für den Besitzer einer Maschine und für den Wärter nur von Vortheil sein, wenn dieselben ihr gegenseitiges Verhältniß und das des Letzteren zu seiner Maschine durch Vertrag auf längere Zeit, auf mehrere Jahre, sichern. Wir haben es versucht, in dem Nachtrage M. ein Schema zu entwerfen, welches wohl in den meisten Fällen wird untergelegt werden können.

20. Wir machen hier noch die Bemerkung, daß es nicht rathsam ist, weder für einen Fabrikbesitzer, noch für eine Direction, zu erlauben, daß jemand dem Wärter Bemerkungen oder Zurechtweisungen mache, der nichts von dem Fache versteht. Geschieht dies wirklich, so muß es als Auftrag des Besitzers oder des Vorgesetzten geschehen, ein solcher Nichtkenner also nur als Mittelsperson dienen. Der tüchtige Wärter wird sich im anderen Falle selten einer Anwandlung von übler Laune oder Ungeduld erwehren können. Die Gelegenheit hat sich uns oft geboten, zu sehen, wie sonst tüchtige Schiffscapitaine und Conducteure den Maschinisten durch unrichtige und unzweckmäßige Einwendungen in große Verlegenheit brachten. Erstere sind zwar zunächst für alles Vorfallende verantwortlich, haben also auch mit Recht den Oberbefehl. Sie werden sich aber nichts vergeben, wenn sie Bemerkungen, Warnungen oder gar Proteste aus dem Bereiche des Maschinisten von diesem annehmen und achten. — Der Wärter wird in solchen Fällen seine Vorgesetzten um Abänderung des Verhältnisses geziemend ersuchen, und diese sich beeilen, den Uebelstand aufzuheben. Der Wärter sei also für den Gang und Betrieb sei-

ner Maschine nur seinem Herrn oder einem technischen Vorgesetzten verantwortlich.

21. Die Stellung des Wärters zu seinen Mitarbeitern, Fabrikgenossen und den ihm Untergebenen ist, in der Kürze bezeichnet, folgende. Ohne anmaßend zu sein, bemühe er sich, über alle jene eine Art von Uebergewicht zu erlangen und zu behalten. Solche Ueberlegenheit muß aber einzig und allein aus des Wärters wirklicher Tüchtigkeit hervorgehen. Ist damit ein verträgliches und offenes Wesen verbunden, so werden ihn alle Genossen gern haben. Wir sehen in solchen Fällen einen freundschaftlichen Verkehr unter den Fabrikgenossen gern, und halten ihn für durchaus nothwendig zwischen den Maschinisten und den Aufsehern über die Arbeits-Maschinen (Werkzeuge). Es giebt da oft vieles anzuordnen, zu verändern, wo die gemeinschaftliche Besprechung und Verständigung nöthig ist. Leider findet man oft das Gegentheil von diesem guten Vernehmen; hier ist der Wärter erboßt auf die Arbeiter, dort geben diese dem Wärter die Schuld, wenn die Werkzeuge und Bearbeitungsmaschinen schlecht gehen und schlechte Producte liefern, der eine kritisirt den anderen. Wir rathen also den in einer Fabrik Angestellten zu einem guten, dauernden Einvernehmen, und den Besitzern, daß sie dasselbe in jeder Art fördern mögen. Anträgereien und Verleumdungen fehlen selten in einer Fabrik; man hüte sich vor beiden, und thue nur seine Pflicht.

22. Dem Wärter sind in größeren Fabriken in der Regel gewisse Arbeiter, z. B. Heizer, Tagelöhner, untergeordnet. Für diese Leute kommen bei den Maschinen oftmals Arbeiten vor, bei denen es deren persönlicher Zuneigung zu dem Wärter oder zu ihrem Herrn bedarf, wenn dieselben rasch und gehörig ausgeführt werden sollen; dahin sind zu rechnen: Kessel-, Feuerzüge-, Brunnenreinigung. Der Wärter soll jene Arbeiter stets gut und freundlich behandeln; denn dadurch macht er sich dieselben geneigt und zugethan. Dann kann er sie auch in schwierigen Fällen anstrengen und vieles von ihnen verlangen; weil sie es alsdann gern thun, so wird es bald und gut gethan sein. Ist nun der Wärter im allgemeinen gut und freundlich, so sehe er doch strenge und unnachsichtlich darauf, daß seine Untergebenen die gewöhnlichen, ihnen zukommenden Arbeiten verrichten. Dazu ist es aber, wie schon früher bemerkt, vor allen Dingen nöthig,

daß er denselben ihre Arbeiten vormachen, zeigen könne, und daß er überhaupt stets mit gutem Beispiele vorangehe.

Die Maschinenwärter der Dampfboote haben durchschnittlich eine angestrengtere Thätigkeit als die der Landdampfmaschinen, namentlich fordern die Flußschiffe wegen der Häufigkeit der Stationen viel von den Maschinisten. Die Enge des Maschinenraumes, die große Hitze in demselben, herbeigeführt durch die unvermeidliche Nähe der Dampfkessel, erschweren die unausgesetzt erforderliche Aufmerksamkeit des Wärters in hohem Grade, und bringen es mit sich, daß der Schiffmaschinen-Wärter noch sorgfältiger geprüft wird, noch mehr körperlichen Anstrengungen gewachsen sein muß, als seine Standesgenossen auf dem Lande. Es bedarf auf dem Schiffe außerdem einer straffen Unterordnung der Hilfsarbeiter unter den Maschinisten, wie sich dieses auch bei dem übrigen dienstlichen Verkehr an Bord ausgebildet hat. Auch müssen dem Wärter die Materialien zur Reinigung, Oelung und anderweitigen Instandhaltung der Maschine stets in genügender Menge zur Verfügung stehen, weil Mangel in dieser Hinsicht sofort die größten Uebelstände nach sich ziehen, und während der Fahrt nicht beseitigt werden kann. Die Wichtigkeit der Stellung des Maschinisten auf dem Schiffe und die hohen Ansprüche an denselben bedingen auch einen meistens höheren Lohnsatz, als er bei den Landmaschinen gewährt wird.

Die Lokomotive endlich stellt die stärksten Anforderungen an den Maschinenwärter, indem sowohl die Maschine fast immer aufs stärkste beansprucht wird, als anderntheils die Verantwortlichkeit, welche dem Führer aufgelegt wird, eine ganz außerordentliche ist. Noch vor nicht zu langer Zeit waren die Lokomotivführer nicht so geschickt und ruhig, nicht so umsichtig und erfahren, als sie es jetzt bei uns durchschnittlich geworden sind. Es kamen beim Abfahren und während der Fahrt unangenehme Störungen und sogar Unfälle vor, welche jetzt einer angenehmen Sicherheit und Genauigkeit der Maschinenlenkung Platz gemacht haben. Der Lokomotivführer muß hierfür ein besonders gesetzter, nüchterner, mäßiger, einsichtsvoller Mann sein, dabei körperlich stark und ausdauernd, um den nervenangreifenden Erschütterungen der Maschine und den heftigen Anfeindungen von Wind und Wetter widerstehen zu können. In der neueren Zeit hat

man übrigens begonnen, durch ein Dach oder Halbdach den Führer- und Heizerstand auf der Maschine zu schützen. Hoffentlich findet diese aus Amerika herübergekommene humane und unschädliche Einrichtung mehr und mehr Verbreitung, indem sie die Ausdauer und Tüchtigkeit der Führer wesentlich erhöht.

Zweites Kapitel.

Von den Dampfkesseln und ihren Oefen.

---

23. Die Dampfkessel (steam-boilers; chaudières) sind metallene Gefäße, in denen Wasser erhitzt und in Dampf verwandelt wird. Bei der technischen Anlage eines solchen beabsichtigt man, in gewisser Zeit eine bestimmte, je nach den Umständen erforderliche Quantität Dampf bei möglichst geringem Aufwand an Brennstoff und unter gehöriger Sicherheit gegen die Gefahr des Zerspringens des Kessels zu erzeugen.

Zu dem vorgenannten Zwecke muß nun der Kessel zunächst ausreichende Größe haben, und dampf- und wasserdicht sein; dann muß er das Feuer aufs beste benutzen und gleichzeitig gehörige Stärke haben, um dem Drucke des Dampfes und Wassers zu widerstehen; wir verlangen ferner, daß er nicht zu theuer, wohl aber von sehr langer Dauer sei. Wenn zu diesen Bedingungen noch Raum- und Gewichtbeschränkungen und dergleichen kommen, wie z. B. auf Schiffen, Dampfwagen, so begreift man leicht, daß die Herstellung eines wirklich guten Kessels keine leichte Aufgabe ist.

24. Die Größe, welche man einem Kessel zu geben hat, um ihn zur stündlichen Erzeugung einer bestimmten Menge Dampfes von gewisser Spannung zu befähigen, ist bei den stehenden oder Land-Dampfmaschinen leicht zu erlangen, sowie man überhaupt im Stande ist, für solchen Zweck sehr vollkommene Kessel herzustellen. Man

gibt da dem Kessel eine reichliche Heiz- oder Feuerfläche, richtet einen guten gemauerten Ofen ein, verhindert allen Wärmeverlust durch gehörige Einfassung mit Mauerwerk, und gibt den Zügen und dem Schornstein die angemessensten Abmessungen; außerdem kann man hier die Einrichtung treffen, daß geringere, wohlfeile Brennstoffe verwendet werden können, und daß das Speisewasser schon beinahe bis zum Sieden erhitzt in den Kessel gelangt.

Weniger schon kann dieses alles auf Schiffen erfüllt werden, weil es hier zunächst Bedingung ist, daß Kessel und Maschinen keinen großen Raum einnehmen und daß sie nicht schwer seien. Man kann wegen dieser Beschränkungen nur die besten Sorten von Brennmaterialien, z. B. Steinkohlen oder Koke, anwenden; auch kann man nicht auf sehr lange Dauer der Schiffkessel rechnen, denn ihr Gebrauch ist überhaupt ein übertriebener, gezwungener, der oft nicht gestattet, kleine Reparaturen vorzunehmen, die späterhin größere Mängel und rasche Zerstörung mit sich bringen.

Die schwierigste Aufgabe aber ist, Kessel für Dampfwagen und transportabele Maschinen gut herzustellen. Alle Theile müssen hier den geringsten Raum einnehmen, kein unmäßiges Gewicht besitzen und hierbei doch eine starke Dampferzeugung möglich machen, die nach den Umständen oft sehr hoch getrieben werden muß. Aus diesen Gründen müssen die dauerhaftesten Metalle, die sorgfältigste und tüchtigste Arbeit angewendet werden, so daß ein solcher Kessel obendrein noch sehr theuer wird. Der Umstand, daß immer Reservemaschinen vorhanden sind, also jede Maschine den dritten oder vierten Tag behufs der Ausbesserung Ruhetag hat, reicht nicht hin, alles schlimme zu beseitigen und eine lange Dauer zu erzielen, was sich auch auf die übrigen Theile der Lokomotive ausdehnt. Daher erfordert denn auch der Eisenbahnbetrieb in einem bei anderen Industriezweigen nicht gekannten Maße Reparaturwerkstätten, die sich bei manchen Bahnen zu eigentlichen Fabriken ausgebildet haben.

25. Die vollständigen Angaben zur Herstellung eines tauglichen Dampfkessels gehören in das Gebiet des Maschinenbauers, und es ist seine Sache, sich die dazu erforderlichen Kenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten zu eigen zu machen. Wir können deshalb hier nicht speciell darauf eingehen, sondern geben nur von denjenigen

Umständen und Zufällen, deren Kenntniß für die Aufstellung, Wartung und die Reparaturen der Kessel unumgänglich nöthig ist, eine allgemeine Besprechung.

Dieselbe beginnen wir mit der Absonderung einer Dampfkesselanlage in: Kessel und Ofen oder Feuerung, jeden mit seinen besonderen Theilen.

Wir unterscheiden die Dampfkessel in Nieder-, Mittel- und Hoch-Druckkessel. (Vergleiche Eintheilung der Dampfmaschinen in Nro. 163 und in Nachtrag C.) Erstere entwickeln niedriggespannte Dämpfe, d. h. solche, deren Spannung die der Atmosphäre nur um $1\frac{1}{2}$ bis 3 Pfund pro □ Zoll übertrifft. Die Mitteldruckkessel geben Dämpfe von $\frac{1}{4}$ bis 3 Atmosphären Spannung, und Hochdruckkessel nennt man diejenigen, in welchen die Dämpfe von 4 und noch mehr Atmosphären Spannung erzeugt werden. Die Spannung von 10 Atmosphären steht bis jetzt etwa an der oberen Grenze der industriell benutzten Dampferzeugung.

Hinsichtlich des Zweckes lassen sich die Kessel eintheilen in solche, die Dämpfe zum Heizen, Sieden und Abdampfen liefern, wo also der Dampf meistens nur als Träger der Wärme benutzt wird, und in solche, deren Dämpfe in Dampfmaschinen zur Erzeugnng von bewegender Kraft (mechanischer Arbeit) verwendet werden. Die Dampfkessel werden endlich ebenso wie die Dampfmaschinen je nach ihrer Verwendung in feststehende (stationäre) und bewegliche (transportable, lokomobile) eingetheilt, zu welchen letzteren die Lokomotiv- und Schiffskessel gehören.

Anmerkung. Von den gesetzlichen Bestimmungen und Verordnungen, welche in den vorzüglicheren industriellen Staaten bestehen und die Sicherung gegen Unglücksfälle, Schutz des nachbarlichen Eigenthums bezwecken, geben wir in dem Nachtrage K. die wichtigsten und maßgebenden auszugsweise an. Dabei sind behufs Nachlesens der vollständigen Verordnungen die Quellen und Originale angeführt.

A. Von den Kesseln.

26. **Material der Kessel.** Die Dampfkessel werden meistentheils aus Eisenblechtafeln angefertigt, die in die gehörige Form ge-

bogen, zusammengenietet und sodann an den Fugen gestemmt werden. Man hat außer dem Schmiedeisen noch andere Metalle anzuwenden versucht, z. B. Gußeisen, Kupfer, Messing und neuerdings Stahl. Die Praxis hat aber dargethan, daß zu eigentlichen Kesseln, die ziemlich große Räume bilden müssen, nur das Schmiedeisen, das Kupfer und der Stahl tauglich sind. Von diesen dreien muß dem Schmiedeisen, nämlich den Blechplatten, für die Mehrzahl der Kessel der Vorzug gegeben werden. Das Kupfer findet eine vereinzelte, aber doch ziemlich ausgedehnte Anwendung bei den Feuerbüchsen der Lokomotivkessel; hier leistet dasselbe wegen seiner großen Biegsamkeit und Weichheit meist bessere Dienste, als das Eisen. Wir kommen weiter unten noch genauer auf diesen Gegenstand zurück. Die Festigkeit des Eisens und des Stahles ist unter verschiedenen Temperaturverhältnissen größer, als die jener anderen Metalle, und bei guter Beschaffenheit und Reinheit der Platten von Schalen oder Schiefern und entsprechender Dicke kann man denselben sicher vertrauen. Weil der Fabrikant immer die Güte seiner Arbeiten eine Zeit lang verbürgen muß, so wird er niemals schieferige Platten, oder solche, die Rothbruch zeigen (was übrigens bei den Blechen höchst selten ist), verarbeiten. Die Arbeit des Zusammenfügens muß in allen Fällen gleich gut und sorgfältig verrichtet werden. So stellt sich also ein Kessel aus Eisenblech ebenso gut und dauerhaft, aber nur auf $1/4$ bis $1/5$ des Preises her, welchen ein kupferner Kessel kosten würde. Die Platten, welche über und kurz hinter dem Rost liegen, also dem Feuer am meisten ausgesetzt sind, müssen von besonders tüchtigem Material sein; ist ein solcher Kessel richtig gelagert (s. unter 69), so kann er bei gehöriger Wartung lange Jahre im besten Stande bleiben.

Man hat vom Eisen der Dampfkessel gesagt, daß es die Explosionen sowohl begünstige, als auch dieselben sehr heftig und unheilvoll mache. Hierin liegt vielleicht viel wahres; allein man hat unserer Ansicht nach viel zu wenig Gelegenheit gehabt, Explosionen kupferner Kessel zu beobachten, weil eben ihre Zahl und ihre Anwendung so beschränkt ist. Wir finden hundert Dampfkessel von Eisenblech, wo nur ein einziger von Kupfer vorhanden ist. Es war also durchaus unmöglich, daß mit den kupfernen Kesseln alle die Proben und Erfahrungen gemacht werden konnten, welchen man die schmiedeisernen Kessel unter-

worfen hat. Rechnet man noch dazu, daß kupferne Kessel sorgfältiger gefertigt und in kleineren Abmessungen, überhaupt in günstigeren Verhältnissen angewendet werden, daß der Besitzer einen solchen schon wegen seines hohen Werthes sehr gut beaufsichtigen lassen wird, so ist daraus die hohe Meinung bald erklärt, die man insgemein von den kupfernen Kesseln hat.

Anmerkung. Den gesetzlichen Bestimmungen zufolge bekommen für einen und denselben Kessel die Kupferplatten gleiche Dicke wie eiserne; aus dem specifischen Gewicht der beiden Metalle ergibt sich also schon ein Mehrgewicht des kupfernen Kessels gegen den eisernen; jener nämlich ist $^{90}/_{77}$ mal so schwer als dieser, d. h. wenn ein schmiedeiserner Kessel von bestimmter Größe und für bestimmte Dampfspannung beispielsweise 77 Ctr. wiegt, so wird der gleiche Kessel in Kupfer 90 Ctr. wiegen.

Das Kupfer leitet die Wärme besser und rascher, als das Schmiedeisen; dieser Umstand kann in gewissen beschränkten Fällen die Anwendung desselben unumgänglich nothwendig machen. Bei Land- und Fabrikmaschinen ist man aber immer im Stande, eine sehr große Hitze zu erzeugen und sie auch, so weit es überhaupt thunlich ist, dem Wasser im Kessel zuzuführen, wenngleich dieser von Eisenblech gemacht ist. Wir können also auch in dem größeren Wärmeleitungsvermögen keinen Grund zur Bevorzugung der kupfernen Kessel vor den eisernen finden.

27. Die Anwendung von Messingblechen zu den Kesseln ist mit Recht gänzlich untersagt, da dieses Metall sich durchaus nicht zu dem in Rede stehenden Zwecke eignet, was auch viele Unglücksfälle mit messingenen Kesseln bewiesen haben. Es ist indessen gestattet, Siederöhren bis zu 4 Zoll Durchmesser und die Feuer- oder Durchzugsröhren von Lokomotivkesseln aus Messingblech anzufertigen; letztere werden, sowie die bronzenen, in der Regel nicht genietet, sondern gezogen. Das Gußeisen hat sich, wie auch wohl voraus zusagen war, als Kesselmaterial nicht bewährt. Seine Anwendung ist schon aus dem Grunde nicht anzurathen, weil die Wärmeleitungsfähigkeit einer Kesselwand bei deren zunehmender Dicke rasch abnimmt, was also bei den sehr großen Wanddicken der gußeisernen Dampferzeuger einen bedeutend vergrößerten Brennstoffaufwand den schmiedeisernen Kesseln gegenüber erfordert. In Preußen wurde durch die Verordnung vom 19. Januar 1855 (siehe Nachtrag K.) die

Anwendung von Gußeisen zu Dampfkesselwandungen (worunter nach neuerer Verordnung, s. Nachtrag K., die Mannlochdeckel und Dampfdome nicht mitbegriffen sind) gänzlich untersagt. In der Praxis finden wir es so selten, daß eigentlich gar nicht davon die Rede zu sein brauchte. Man hat bestätigt gefunden, daß gußeiserne Dampferzeuger, wenngleich klein, bei stattfindenden Explosionen aufs Schrecklichste wirken, nämlich ganz nach der Art der Bomben.

28. Das Gußstahlblech wird seit einigen Jahren ebenfalls als Kesselmaterial benutzt, und es scheint, daß auch auf diesem Gebiete der Gußstahl, wie er es auf anderen bereits gethan, das Schmiedeisen zu verdrängen bestimmt sei. Vermöge der größeren Festigkeit des Gußstahls bedürfen die Gußstahlkessel nur etwa $^3/_5$ der Wanddicke der schmiedeisernen Kessel von übrigens gleichen Verhältnissen, die jedoch allein der Bearbeitung wegen nicht unter $^1/_4$ Zoll (6,5^{mm}) gehen darf. Dadurch wird die Leichtigkeit der Wärmedurchleitung beim Stahlkessel größer, die Haltbarkeit ist mindestens ebenso groß, voraussichtlich aber größer als bei Schmiedeisen, an Güte der Gußstahlkessel also dem schmiedeisernen überlegen. Deshalb sind gußstählerne Kessel schon vielfach in Gebrauch, namentlich in England, wo ein Fabrikant Mitte 1863 schon mehr als 300 Gußstahlkessel geliefert hatte. Auch in Deutschland verbreiten sich dieselben mehr und mehr, wie es das auch hier im hohen Grade vervollkommnete Material empfiehlt. Der raschen allgemeinen Verbreitung steht nur der höhere Preis des Gußstahls im Wege, ein Hinderniß, welches übrigens mit wachsender Ausdehnung der Gußstahlindustrie zu schwinden verspricht. Gußstahlkessel kosteten 1864 etwa $1^3/_5$ mal so viel als gleichgroße und gleichstark beanspruchte schmiedeiserne Kessel.

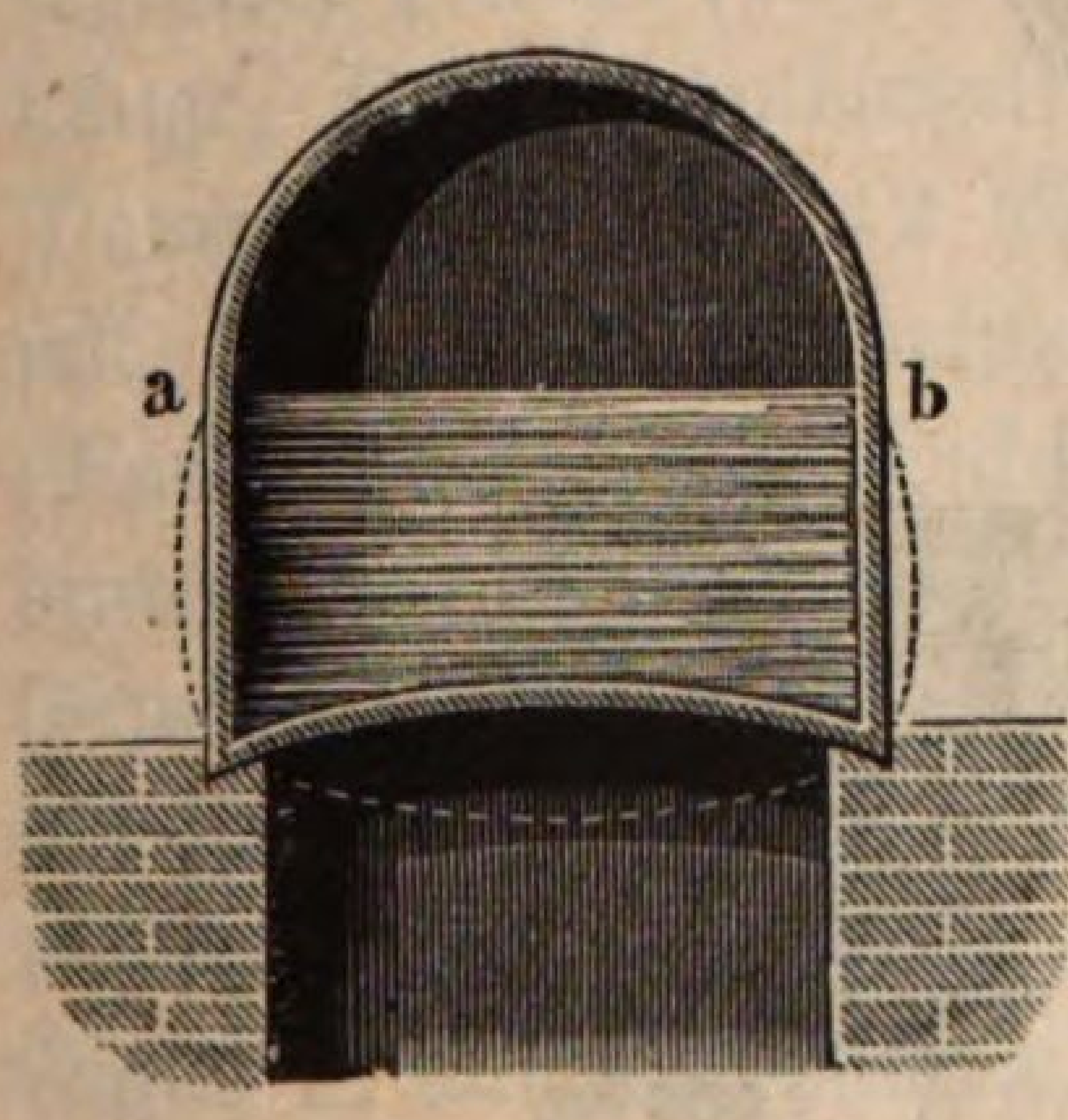
Nun wird aber sogar der Bessemerstahl in solcher Güte erzeugt, daß er die obengenannte Dickenreduction des Gußstahlbleches gestattet, außerdem aber billigere Preise gewährt. Demnach stellen sich heute vorzügliche Bessemerstahlkessel auf $1^1/_3$ des Preises der gleichgroßen und gleich stark beanspruchten schmiedeisernen Kessel und ihre Ersparniß an Brennstoff auf $^1/_6$ des von schmiedeisernen verbrauchten. Somit dürfen die Gußstahlkessel und die nahe verwandten aus Bessemerstahl bestens empfohlen werden. Aber es bedarf noch der Vorsicht, sie von besten Fabrikanten zu entnehmen, da nicht ein Jeder mit

dem guten, aber doch in mancher Hinsicht ungefügigen und schwierigen Material umzugehen weiß.

29. **Form der Kessel.** Die Dampfkesselform, welche die größte Verdampfungsfähigkeit gewährt, ist diejenige mit flachem Boden. Wir finden deshalb diese Form auch bei den meisten Kesseln, die zum Abdampfen oder Heizen dienen, da wo keine gespannten Dämpfe entwickelt werden. Durch Versuche ist es dargethan, daß die Einwirkung des Feuers und der Flamme sowie der abziehenden Feuerluft den meisten Effect auf solche flache, horizontal gelagerte Kesselböden abgibt. Man muß sich demnach bemühen, dem Feuer, der Flamme und den heißen Gasen und Dämpfen solche Flächen zu bieten, also dem Dampfkessel die diesem Zweck entsprechende Form zu geben.

Fig. 1 stellt den Querdurchschnitt eines Kessels dar, welcher der angegebenen Anforderung entspricht; es ist ein Kessel nach dem System von **Watt**, dem zweiten Erfinder oder eigentlichen Begründer der Dampfmaschinen. Man nennt diesen Kessel **Wagen-** (Packwagen-) oder **Kofferkessel** (waggon-boiler oder waggons-head boiler; chaudière de **Watt**), weil er diesen Gegenständen ähnlich ist. Der Boden wird selten ganz flach gemacht, vielmehr, wie hier gezeichnet, nach innen gebogen, womit man den Vortheil erlangt, daß erdige Theile (Schlamm und Kesselstein) sich in der Nähe der Seitenwände an den tiefer gelegenen Theilen des Bodens ablagern; es bleibt also der mittlere Theil des Bodens frei, und kann um so besser die empfangene Wärme an das Wasser abgeben. Die Seitenwände in Fig. 1 sind gerade und gleichlaufend zu einander, oben durch ein halbcylindrisches Dach (cover, top; dôme) geschlossen. Die Linie *ab* bezeichnet den Wasserstand und heißt die **Wasserlinie** (water-line; niveau d'eau).

Fig. 1.



Diese Kessel bewähren sich noch bis auf den heutigen Tag sehr gut zur Erzeugung von schwachdrückenden Dämpfen, wie solche in den **Watt'schen** oder **Niederdruck-Maschinen** angewendet werden; da indessen die Niederdruckmaschinen nach und nach denen mit hoher

Dampfspannung gänzlich weichen, so kommen **Neubauten** von Kofferkesseln jetzt fast nicht mehr vor. Der Niederdruckdampf drückt mit $1\frac{1}{2}$ bis 3 Pfund über den Atmosphärendruck auf jeden Quadratzoll. Der Körper des Kessels für sich allein würde aber zu schwach sein, diesen Druck auszuhalten, er würde sich vielmehr ausbauchen und die punktirte Gestalt annehmen; deshalb gibt man ihm innere Verankerungen, wie aus den Figuren 2 bis 5 ersichtlich ist.

An die Seitenwände sind Bügel *a a* festgenietet, durch welche der

Fig. 2.

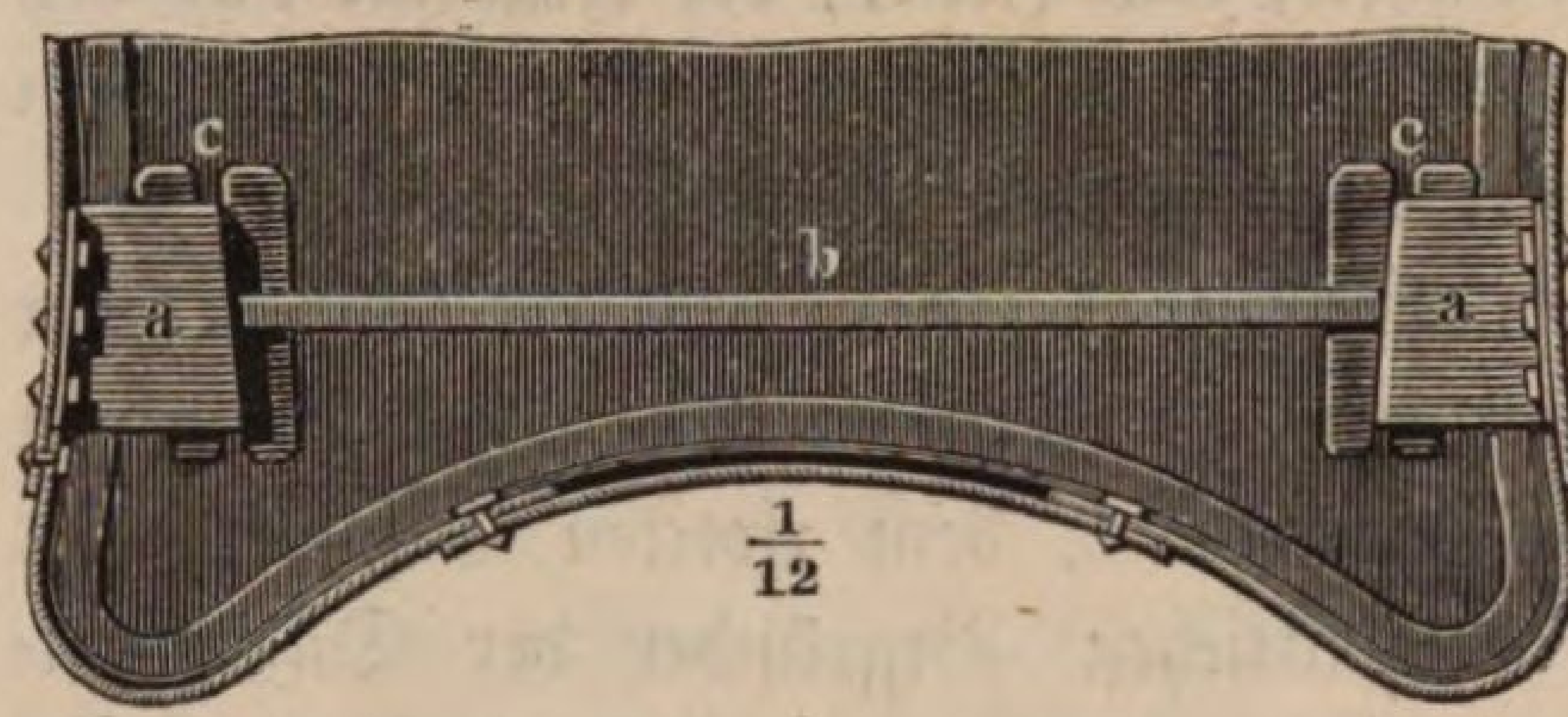


Fig. 5.

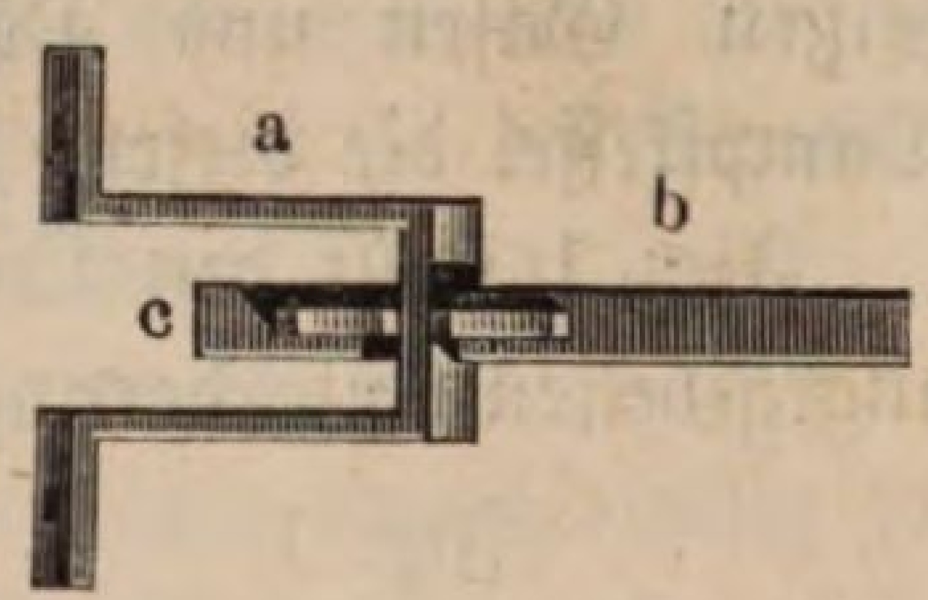


Fig. 3.

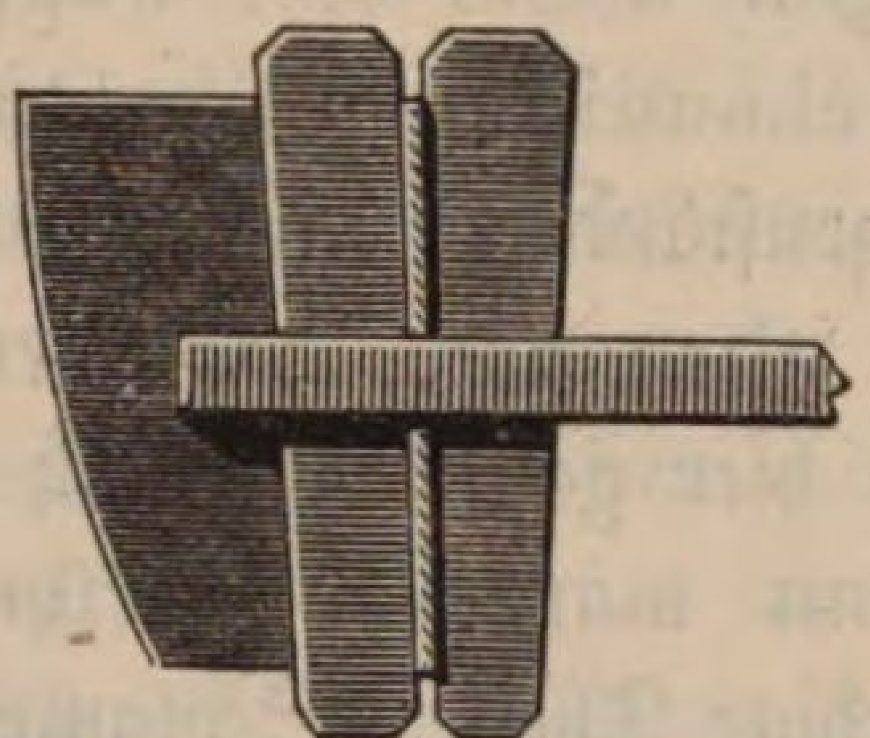
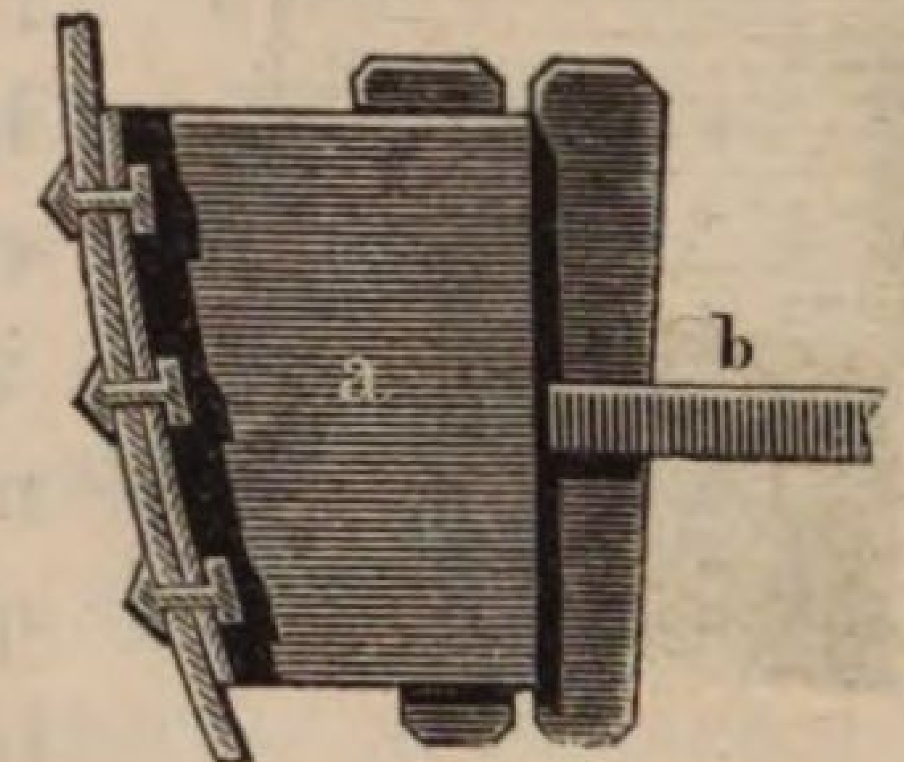


Fig. 4.

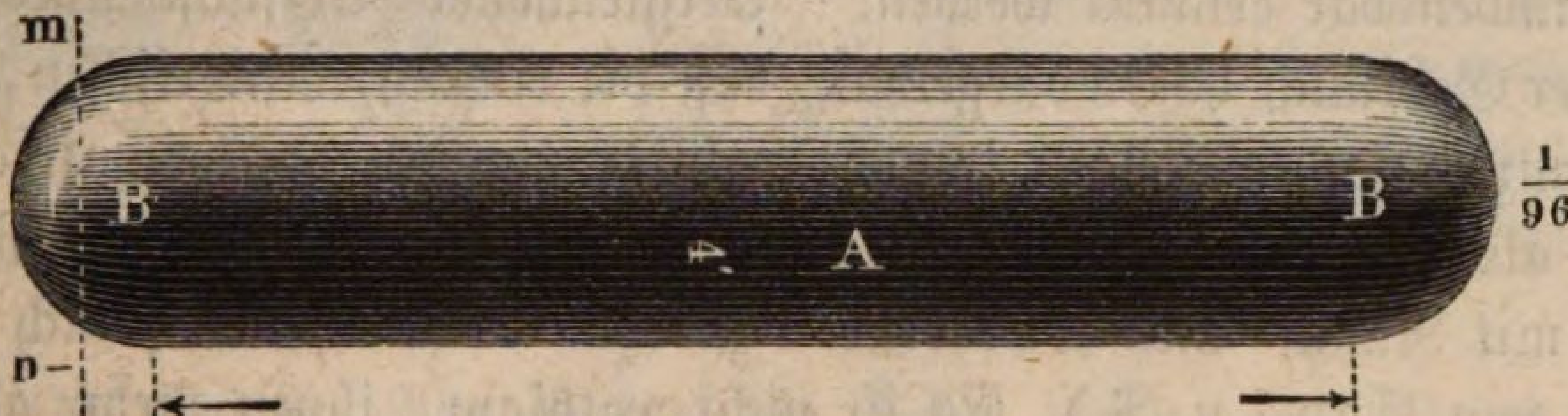


Anker *b*, ein vierkantiger Eisenstab, gesteckt und mit Spletten *cc* regulirt und gehalten wird. Der in diesen Figuren dargestellte Kessel hat nahe unter der Wasserlinie nochmals solche Anker. Andere Kessel haben nur eine Reihe, z. B. ein Kessel von 6′ (1884mm) Höhe, $4\frac{1}{2}$′ (1413mm) Breite und 18′ (5654mm) Länge erhält dieser Anker vier. Es ist nicht rathsam, diese Kessel in noch größeren als diesen letzteren Maßen auszuführen; haben Berechnung oder Schätzung größere Abmessungen ergeben, so thut man wohl, die ganze Dampferzeugung auf zwei oder mehr Kessel zu vertheilen. Jene Abmessungen des Kessels reichen für eine Maschine von 16 bis 18 Pferdestärken aus.

30. Den flachbodigen und Kofferkesseln stehen gegenüber die cylindrischen Kessel. Diese sind allgemein anwendbar, sowohl für niederen, als hohen Druck; für den letzteren läßt sich ohne besondere Verstärkung der Kesselwände durch Verankerung kaum eine andere Form anwenden.

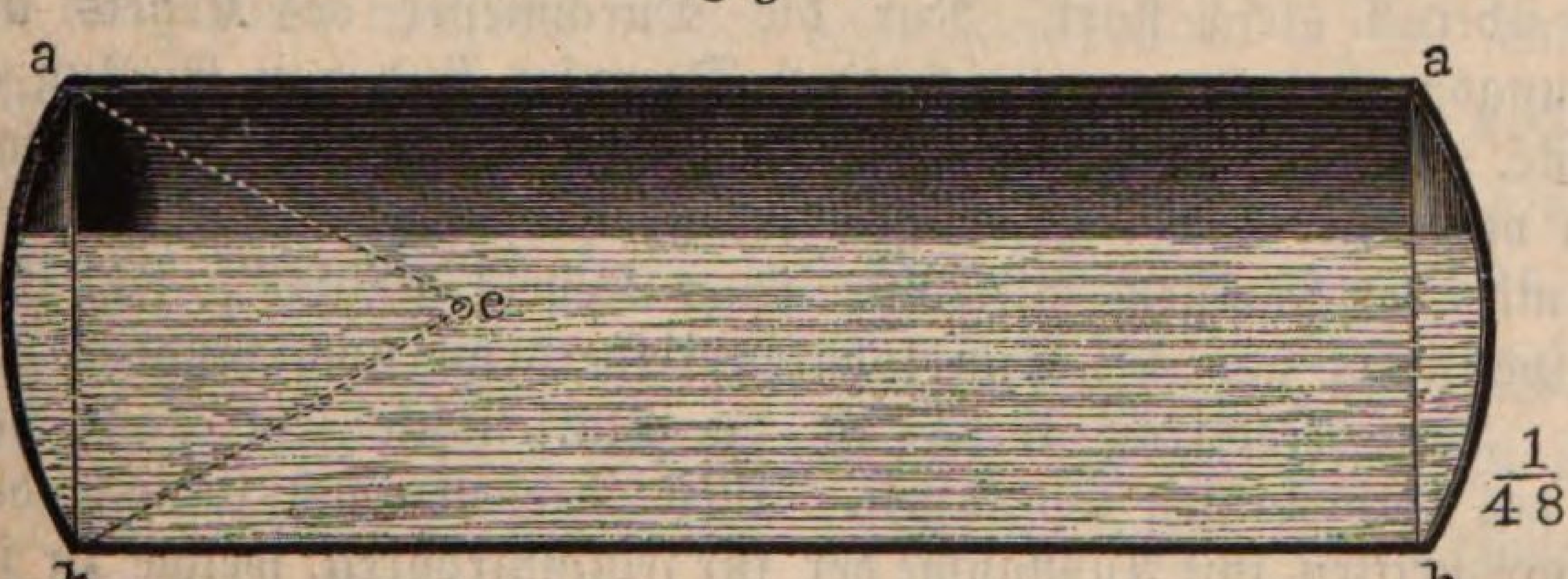
Einen cylindrischen Kessel einfachster Form zeigt Fig. 6, welche

Fig. 6.



einen Kessel für eine 10pferdige Dampfmaschine darstellt. *A* ist ein Cylinder von 4′ (1256mm) lichtem Durchmesser und 18′ (5654mm) Länge, *BB* die halbkugelförmig geschlossenen Köpfe desselben. Der Dampfdruck beträgt 42 Pfund pro Quadratzoll oder 3 Atmosphären, soll aber auf 4 Atmosphären Ueberdruck gesteigert werden können (Nachtrag C.). Die Dicke der Bleche über dem Feuer 0,589″, nach hinten 0,471″, oben über dem Dampfraume 0,393″. Die halbkugelförmigen Köpfe machen sowohl dem Kesselfabrikanten Schwierigkeiten, als sie auch bei der Aufstellung (Mauerung) Unbequemlichkeiten verursachen; deshalb schließt man lieber die cylindrischen Kessel, wie in Figur 7, mit Kopfplatten, die nur wenig gebraucht sind, z. B. 3″

Fig. 7.



(78mm) bei dem hier gezeichneten Kessel einer 5pferdigen Maschine, welcher $3^1/_2$′ (1099mm) Durchmesser und $10^3/_4$′ (3370mm) Länge

hat. Die Spannung des Dampfes ist, wie oben, 3 Atmosphären Ueberdruck. Die beste Ausbauchung bei gleicher Blechdicke in Kopf und Rohr ist diejenige, bei der man den Halbmesser *ac* der Wölbung gleich dem Durchmesser des Kessels macht, weil in diesem Falle in beiden Theilen ziemlich genau gleiche Festigkeit herrscht.

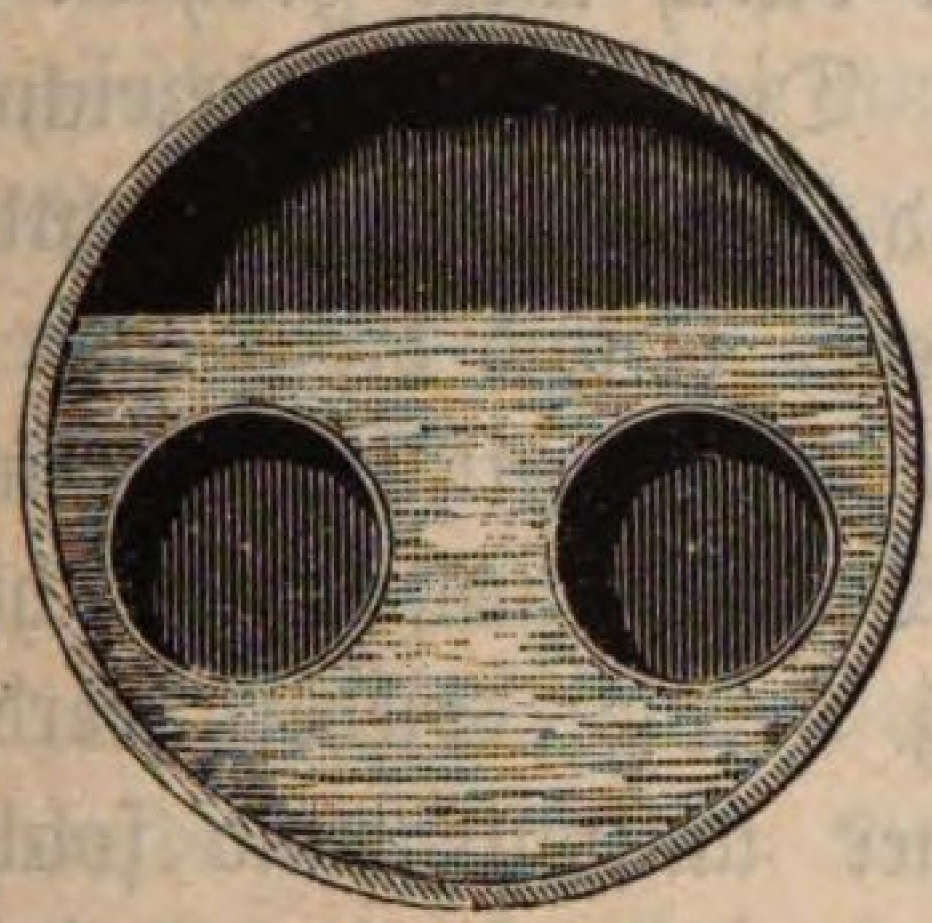
Diese cylindrischen Kessel sind sowohl einfach in ihrer Bauart, als stark; sie gestatten dabei eine gute Feuerung, müssen also als recht anwendbar erkannt werden. Vergleichende Versuche und vieljähriger Gebrauch haben dargethan, daß die einfach cylindrischen Kessel mit ganz einfachen Zügen immerhin so ökonomisch vortheilhaft arbeiteten, als Kessel zu gleichen Anforderungen in complicirter Form, z. B. mit Rauch- und Sieneröhren zu thun vermochten. (Nach Versuchen von Cavé u. A.) Es ist nicht rathsam, ihnen mehr als 4′ (1256mm) bis $4^1/_4$′ (1330mm) Durchmesser zu geben, unter Voraussetzung eines Dampfdruckes von 3 bis 4 Atmosphären. Denn sonst müssen die Platten den gesetzlichen Bestimmungen zufolge so dick werden, daß die Durchleitung der Wärme zu sehr erschwert wird. Man ersieht dies schon aus den oben für den Kessel in Fig. 6 angegebenen Plattendicken, wo die des Bodens schon über $^1/_2$ Zoll beträgt; dickere Platten sollte man in der Feuerfläche nicht anwenden. Die Länge des Kessels nimmt man 5- bis 7mal so groß, als den Durchmesser, und wendet zwei oder mehr Kessel an, wenn ein einziger unter solchen Verhältnissen nicht ausreicht.

Anmerkung. Das Regulativ für Preußen vom 6. Septbr. 1848 hat die Bestimmung über Verdickerung der dem Feuer näherliegenden Platten fallen gelassen. Nach demselben werden die Bleche eines Kesselkörpers überall gleich stark. Nur die Durchmesser des Kessels und der Spannungsgrad des zu entwickelnden Dampfes sind von Einfluß auf die Blechdicke. Der Dampfkessel in Fig. 6 dürfte demnach jetzt durchweg aus Blechen von nur 0,317″ gefertigt werden. Ein Kessel von 6′ Durchmesser würde mit der stärksten Blechdicke jenes Kessels (0,599″) jetzt für eine Dampfspannung von $4^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck noch tauglich befunden werden. Laut Nachtrag K (A) ist die Plattendicke jetzt ganz dem Ermessen des Fabrikanten überlassen. Diese bedienen sich zumeist der früheren Vorschriften, mit Ausnahme der für Flammröhren, welche zu schwache Bleche ergaben.

31. Ein wichtiges Bestreben beim Kesselbau muß es sein, die Heizfläche eines Kessels groß zu machen, ohne daß derselbe deshalb

viel Raum beansprucht. Deshalb wendet man vielfach den Cylinderkessel mit Rauchröhren an, dessen Querschnitt Fig. 8 zeigt. Durch diese Röhren zieht die Feuerluft; sie müssen deshalb einen angemessenen Querschnitt haben. Beim Feuern legen sich bald Rußtheilchen in den Röhren nieder, weshalb man nicht die ganze innere Umfläche der Röhren, sondern etwa nur $^2/_3$ derselben als Heizfläche rechnen darf.

Fig. 8.



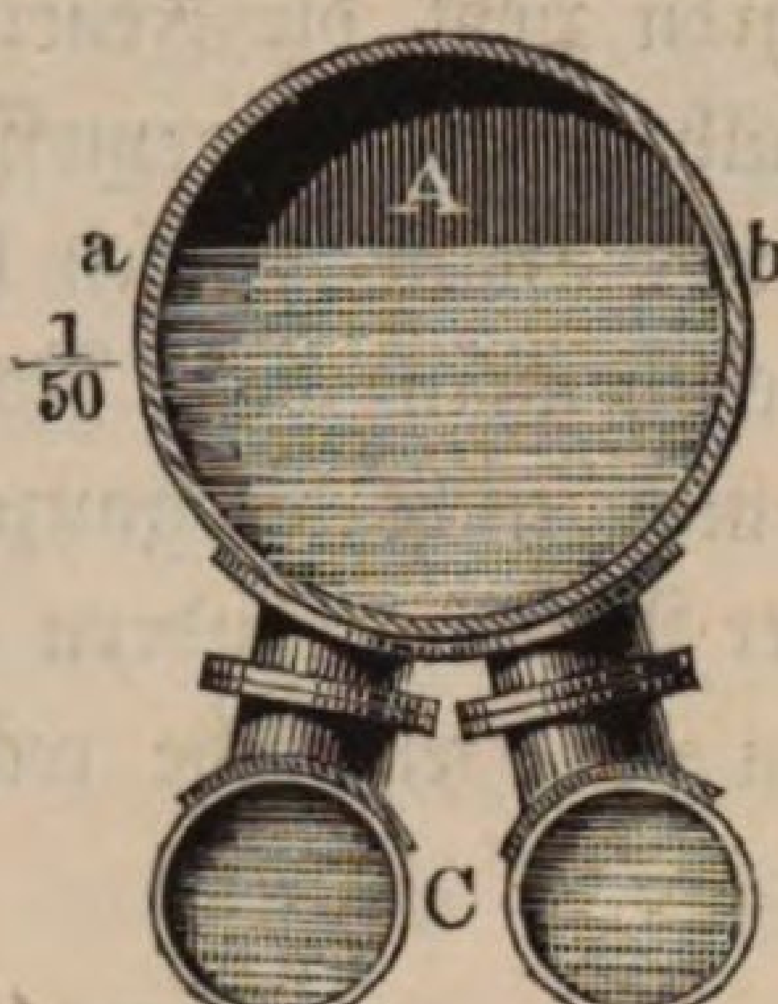
Anmerkung. Wir fanden als Beleg dafür, wie schädlich enge Rauchröhren wirken, einen Dampfkessel von 26″ Durchmesser, 8′ Länge mit innerem Rohr von 8″ Durchmesser, dessen Rost 3,3 Quadratfuß Fläche besaß. Den Regeln der Feuerungskunde zufolge hätte der Querschnitt des Rauchrohres mindestens doppelt so groß sein müssen. Die Folge war, daß man nur mit auserlesenen Steinkohlen und unter fortwährendem Schüren die erforderliche Dampfmenge erzeugen konnte. Bei einem ähnlichen Kessel von besserer Construction (30″ Durchmesser, 6′ Länge, innerem Rohr von 11″ Durchmesser und 3,06 Quadratfuß Rostfläche) wurde an groben Cinders von Dampfschiffen nicht mehr gebraucht, als bei obigem Kessel durch die Rostspalten fiel.

Will man Dampfkessel mit Rauchröhren für hochgespannte Dämpfe anwenden, so begegnet man mancherlei Schwierigkeiten. Denn einmal soll der Durchmesser nicht zu groß genommen werden und dieses hindert dann wiederum die Anwendung eines weiten Rauchrohres; immerhin muß man mit dem Rohre vom Kesselboden 5 Zoll entfernt bleiben, und der gewöhnliche Wasserstand soll auch das Rohr noch um 5 Zoll überfluthen. Praktisch ausführbar, und für Wasser- und Dampfraum noch gut entsprechend kann ein Kessel von 4 Fuß (1256^{mm}) Durchmesser zwei Rauchröhren von je 16 Zoll (420^{mm}) Durchmesser haben und ein solcher von $4^1/_2$ Fuß (1413^{mm}) Durchmesser ein Rohr von 21 Zoll (550^{mm}) aufnehmen. Die gelungensten Kessel der Art sind die der Wasserhebungsmaschinen in Cornwallis, welche unter 55 erläutert werden.

32. Fig. 9 (a. f. S.) ist ein Querschnitt und Fig. 10 Längenansicht eines Kessels mit Siederöhren oder Siedern (bouil-

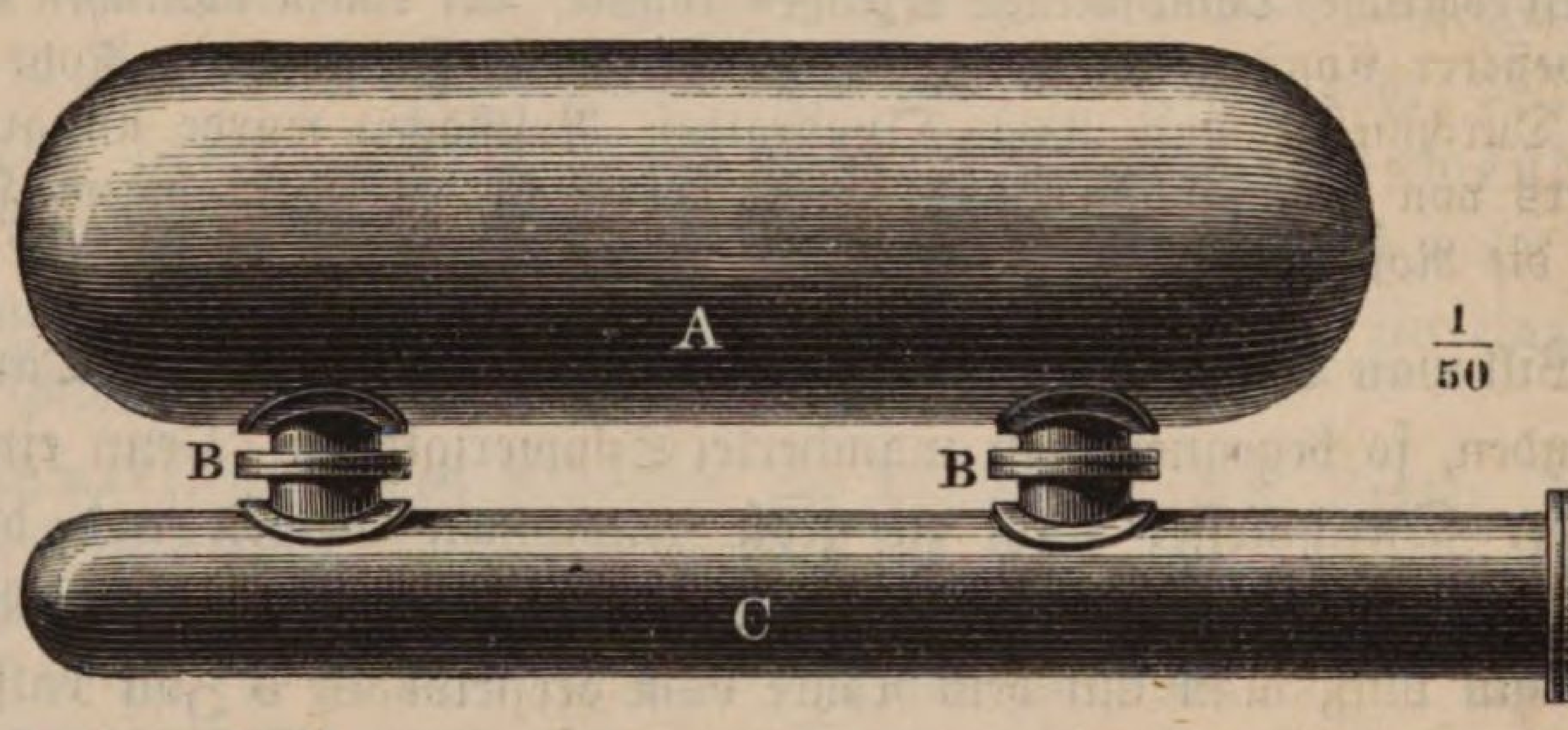
leurs), welche Kessel auch von ihrem Erfinder den Namen Woolf'sche Kessel führen. *A* ein cylindrischer Kessel wie unter Fig. 6; damit sind verbunden durch kurze Röhren *B* die Sieder *C*. Die Linie *ab* bezeichnet den Wasserstand in *A*, woraus ersichtlich ist, daß die Sieder *C* und die Hälse *B* stets mit Wasser ganz gefüllt sind, und der entwickelte Dampf durch *B* in *A* hinaufsteigen muß. Die Sieder werden ganz vom Feuer umspült, und solches circulirt um *A* gerade so, wie bei einem einfachen cylindrischen Kessel.

Fig. 9.



Die Durchmesser der Sieder werden zwischen 12″ (314mm) und 24″ (628mm) genommen; sehr gebräuchlich sind die von 16 bis 18 Zoll, sie dürfen nie unter 16 Zoll haben,

Fig. 10.



wenn das Wasser vielen Kesselstein absetzt, damit zu dessen Beseitigung ein Arbeiter (Knabe) hineinkriechen kann.

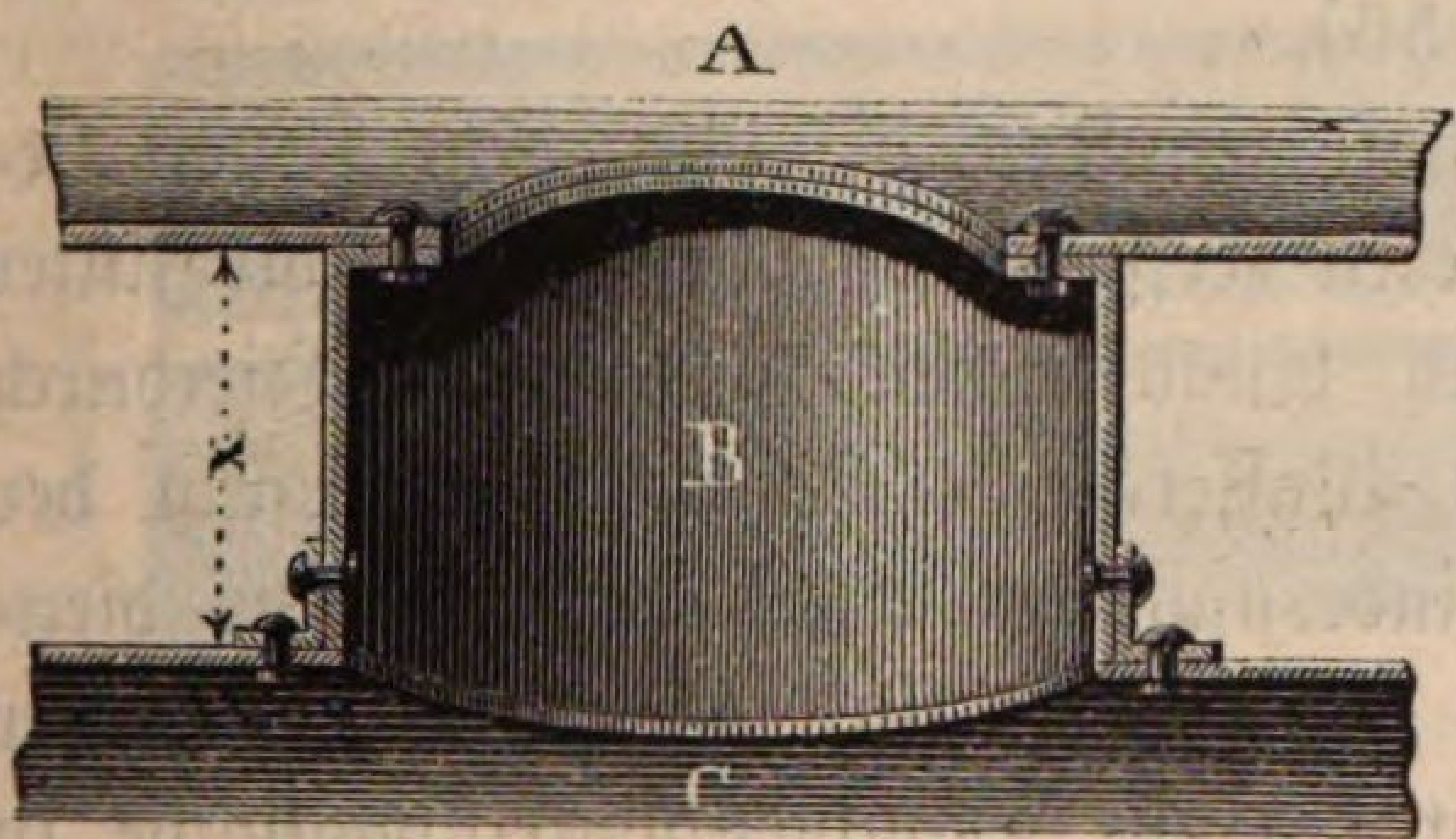
Man findet auch kleine Kessel mit einem, und große mit drei Siedern. Die Hälse *B* sollen nie unter 12 Zoll im lichten Durchmesser halten; denn es muß in ihnen die Strömung von Dampfblasen, sehr erhitztem Wasser und kälterem Wasser stattfinden; aus diesem Grunde müssen die Siederhälse oft eine weit größere Weite haben.

Bei langen Siedern, z. B. von 36′ (11309mm) Länge und 20″

(523^{mm}) Durchmesser und 30′ (9424^{mm}) Länge des Kessels *A*, dessen Durchmesser 42″ (1099^{mm}) ist, gibt man gern jedem Sieder vier Verbindungen mit *A*, die nach dem Roste zu einander näher stehen, also nicht gleichmäßig unter *A* vertheilt sind. Man erleichtert dadurch dem in der Nähe des Rostes mehr erhitzten und wallenden Wasser und den sich bildenden Dampfblasen das Aufsteigen in den Hauptkessel.

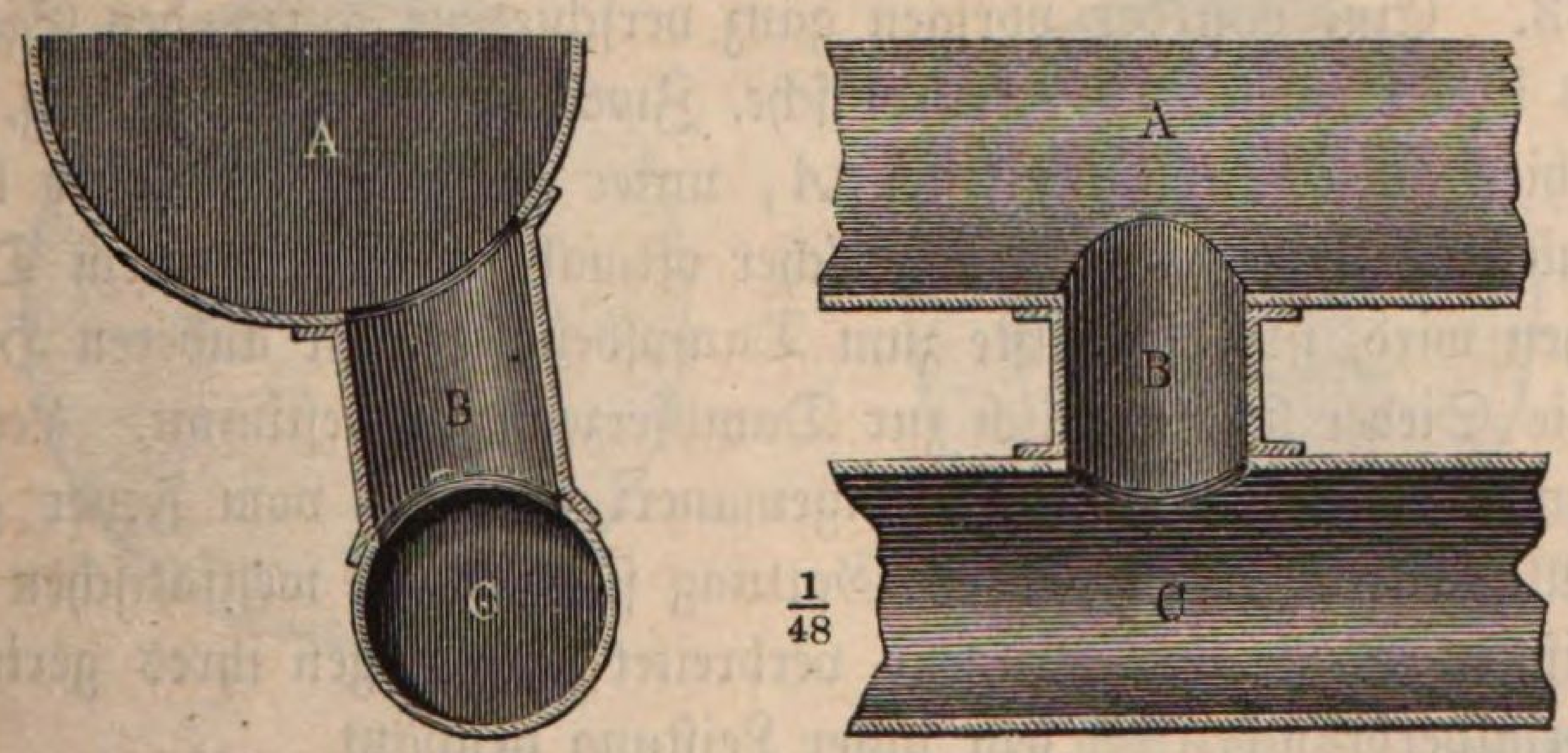
Die in den vorstehenden Figuren dargestellte Flantschenverbindung an den Hälsen ist in Deutschland wenig gebräuchlich. Wenn sie unvermeidlich ist, z. B. wegen Transports des Kessels, so müssen die Dichtungen aufs Beste hergestellt und die Flantschen durch Bedecken mit Mauerung gegen das Verbrennen geschützt werden. Zwischen die

Fig. 11.



möglichst ebenen Flantschen wird eine auf beiden Seiten mit dickem Mennigkitt belegte Kupferscheibe gebracht, fest mit zahlreichen Schrauben dicht gepreßt, und der Rand der außen etwas vorstehenden Kupferscheibe sorgfältig umgelegt und gestemmt. Bei Kesseln, wo Sieder und Hauptrohr sehr nahe an einander liegen müssen, wendet

Fig. 12.



man wohl die in Fig. 11 dargestellte Verbindung an. Der Hals *B* bekommt ovalen Querschnitt, z. B. von 12″ (314^{mm}) auf 8″

(210^{mm}), und hat oben eine nach innen zu geschmiedete Flantsche, die an *A* vernietet wird.

Die Entfernung *x* des Sieders vom Kessel beträgt hier über dem Roste 3″ (78^{mm}) und an dem letzten, vom Feuer entfernt liegenden Halse 6″ (156). Bei horizontaler Lage des oberen Kessels neigen sich also die Sieder etwa $^1/_8$ Zoll pro Fuß.

Die beste, obgleich etwas schwierige Verbindung der Hälse mit Sieder und Hauptrohr ist die in Fig 12 (a. v. S.) dargestellte. Die cylindrischen Hälse *B*, deren Wände geschweißt sind, erhalten an beiden Enden durch Umlegen des Bleches äußere Flantschen, welche an das Hauptrohr *A* und den Sieder *C* angenietet werden. Hierzu kann man nur Eisen bester Qualität, sogenanntes Feinkorn-Eisen, verwenden.

Sieder und Rauchröhren findet man vereinigt in den Kesseln der Cornwaller Maschinen (siehe 55).

Man hat es sehr vortheilhaft gefunden, die über dem Feuer liegenden Siederhälse in den oberen Kesselkörper bis einige Zoll unter den gewöhnlichen Wasserstand hinaufreichen zu lassen. Hierdurch entsteht eine Circulation des Wassers, die sowohl in Hinsicht der Feuerbenutzung, als der Verhinderung des Steinansetzens sehr dienlich ist. Durch die hinteren Siederhälse sinkt fortwährend Wasser in die Sieder und steigt erhitzt bis zur Dampfentwickelungsfläche in die Höhe, um sofort als Dampf abzugehen. Ueber verschiedene Arten, den Siederkessel bei der Einmauerung zu behandeln, haben wir bei Gelegenheit der Behandlung des Ofens (40) noch zu sprechen.

33. Eine von der vorigen ganz verschiedene Form des Siederkessels ist die (neuere) Henschel'sche. Zwei Sieder *B* und *C*, Fig. 13, sind hier an einen Hauptkessel *A*, unter welchem das Feuer liegt, angenietet. Der Hauptkessel, welcher oftmals noch mit einem Dome versehen wird, ist zur Hälfte zum Dampfbehälter, zur anderen Hälfte wie die Sieder hauptsächlich zur Dampferzeugung bestimmt. Letztere werden schrägliegend und so eingemauert, daß sie vom Feuer ganz umspült werden. Kessel dieser Gattung sind in den westfälischen und rheinischen Grubenbezirken sehr verbreitet und wegen ihres geringen Materialverbrauches bei sehr guter Leistung geschätzt.

34. Ingenieur Schmidt in Haspe gibt seinen (patentirten) Kesseln dadurch eine verhältnißmäßig große Feuerfläche, daß er durch

Scheidewände im Kessel, Fig. 14 und 15, einen Dampfbehälter erzeugt, welcher den seitlichen Wasserspiegel sehr hoch hinaufzuver-

Fig. 13.

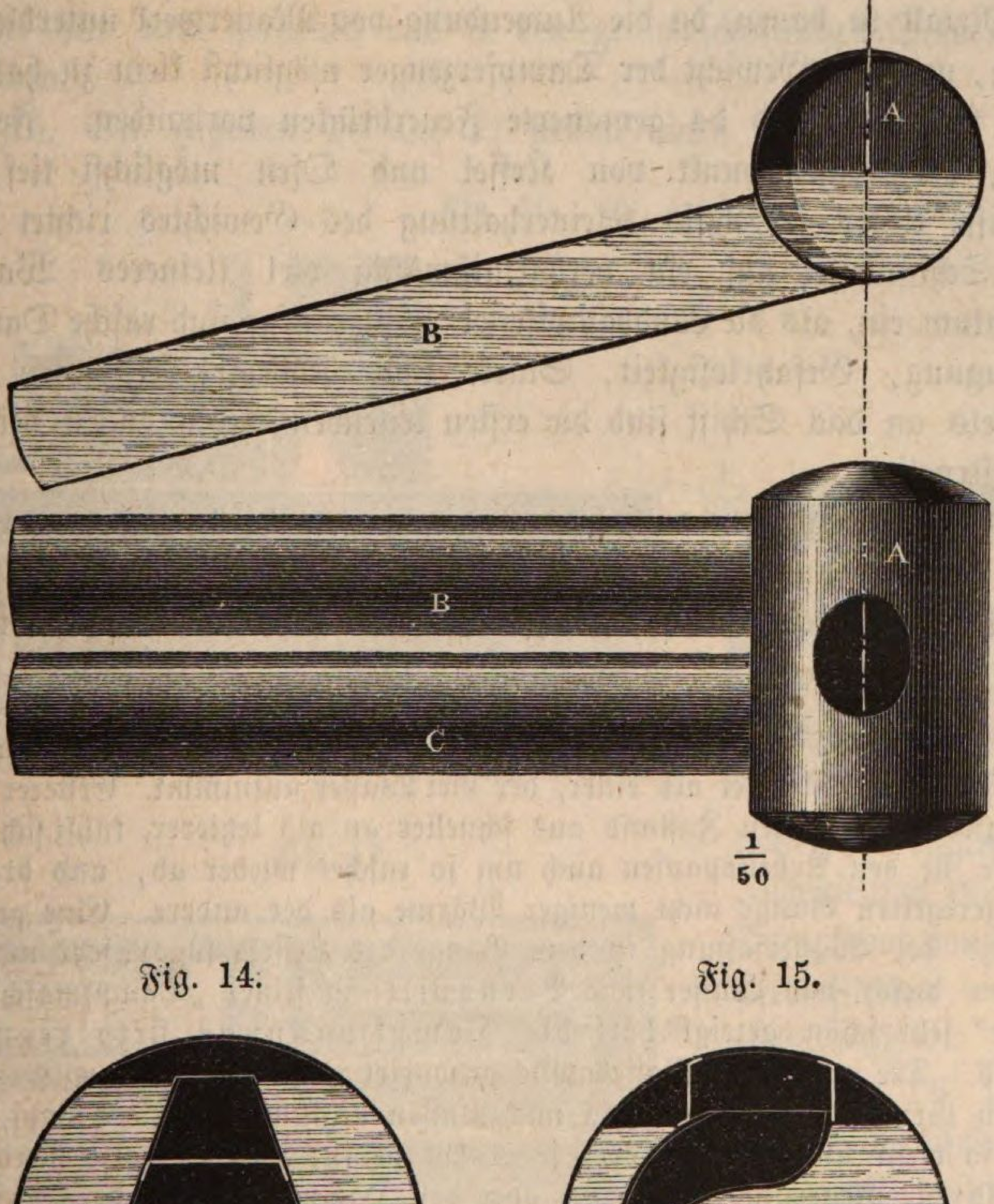


Fig. 14.

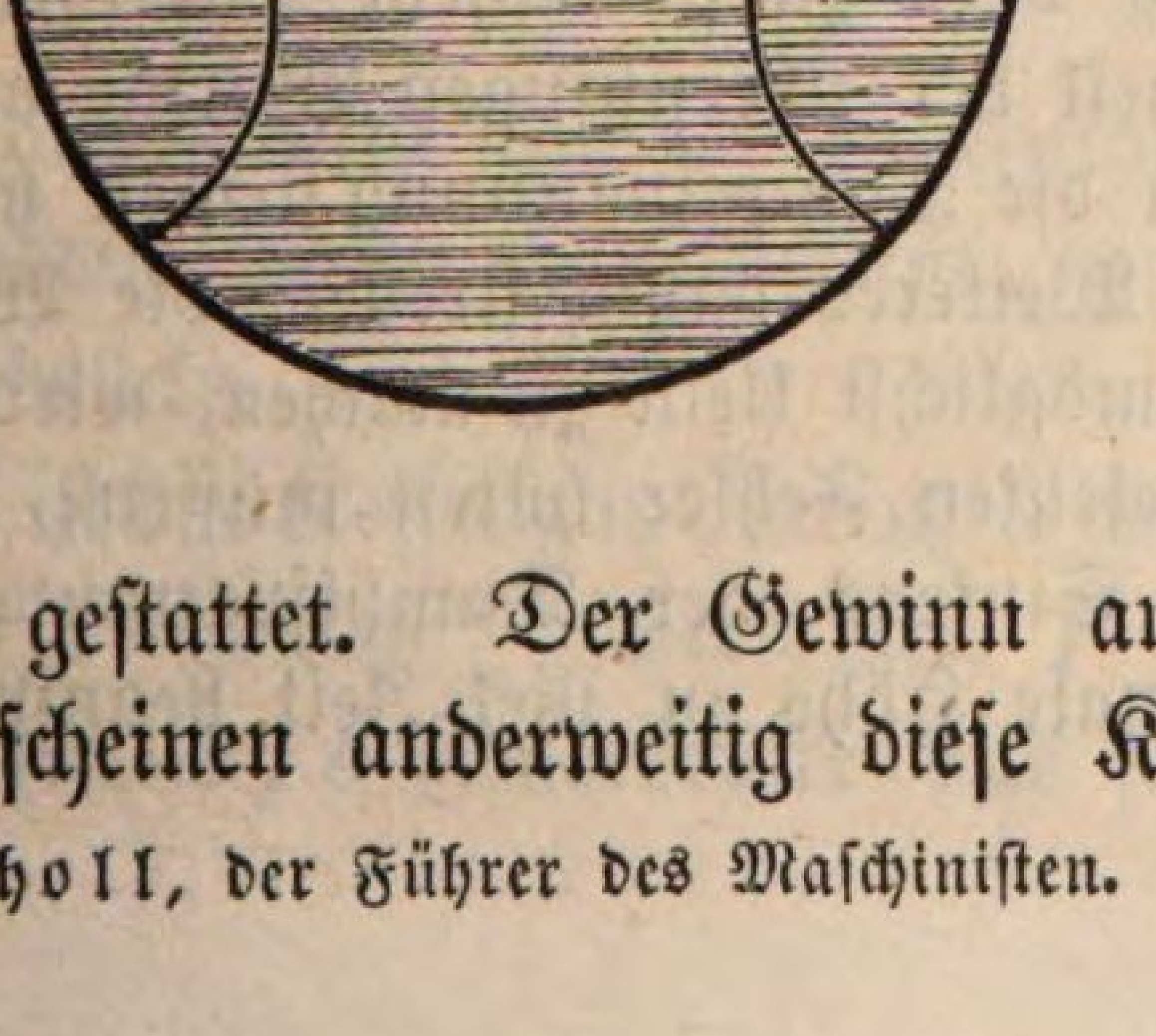


Fig. 15.



legen gestattet. Der Gewinn an Feuerfläche liegt auf der Hand; auch scheinen anderweitig diese Kessel sehr gute Dienste zu leisten,

z. B. in eigenthümlicher Vertikalanordnung bei Schweiß- und Puddelöfen.

35. Die Kessel der Dampfschiffe haben große Eigenthümlichkeiten. Zunächst ist es bei denselben Bedingung, Kessel und Ofen in Metall zu bauen, da die Anwendung von Mauerwerk unterbleiben muß, um das Gewicht der Dampferzeuger möglichst klein zu halten; nur sind hier und da gemauerte Feuerbrücken vorhanden. Ferner muß der Schwerpunkt von Kessel und Ofen möglichst tief im Schiffe liegen. Behufs Kleinerhaltung des Gewichtes richtet man die Schiffskessel auf ein verhältnißmäßig viel kleineres Wasserquantum ein, als die Landdampfkessel*). Kräftige und rasche Dampferzeugung, Gefahrlosigkeit, Stärke und gehöriges Anpassen des Kessels an das Schiff sind die ersten leitenden Bedingungen bei der Construction.

Wir unterscheiden auch hier wieder die Kessel für Niederdruckmaschinen und solche für Hochdruckmaschinen. Alle Schiffskessel haben das gemeinschaftlich, daß der Ofen oder Rost innerhalb

*) Es darf nicht behauptet werden, daß ein Kessel, der sehr wenig Wasser faßt, besser sei als einer, der viel Wasser aufnimmt. Ersterer heizt sich zwar vom kalten Zustand aus schneller an als letzterer, kühlt sich aber dafür in den Arbeitspausen auch um so rascher wieder ab, und braucht im geregelten Gange nicht weniger Wärme als der andere. Eine gewisse Größe der Wasserfassung ist dem Gange des Kessels sogar sehr nützlich, indem durch das Wasser (wie Bernouilli in seiner „Dampfmaschinenlehre" sehr schön gezeigt hat) die Dampfspannung stets regulirt wird. Die erwärmte Wassermasse producirt nämlich, sobald aus irgend einem Grunde der Dampfdruck nachzulassen beginnt, alsbald Dampf, und um so mehr und andauernder, je größer sie ist; sie ersetzt also hierdurch, sobald die Feuerung zu schwach oder der Dampfverbrauch der Maschine plötzlich sehr groß wird, den fehlenden Dampf. Umgekehrt nimmt das Kesselwasser bei zu heftiger Feuerung oder zu schwachem Dampfconsum seitens der Maschine einen großen Theil der überflüssigen Wärme auf, so daß diese Umstände auch nur langsam die Dampfspannung steigen machen können. Man darf daher nicht ohne Weiteres dahin streben, die Wassermasse eines zu construirenden Kessels möglichst klein zu machen, wird aber freilich sich auch vor dem entgegengesetzten Fehler hüten müssen, damit nicht im Falle eines unerwünschten Sinkens der Dampfspannung die Zurückführung derselben auf die normale Höhe zu viel Zeit beansprucht.

des Kessels liegt, also von mit Wasser gefüllten Wänden umgeben ist, sie haben innere Feuerung.

Die Niederdruckkessel sind den Wagenkesseln ähnlich gebaut und haben außer der inneren Feuerung rectanguläre Kanäle, die im Kessel hin- und hergehen und in den gemeinschaftlichen Schornstein münden.

36. Die Figuren 16 und 17 stellen einen solchen Kessel dar,

Fig. 16.

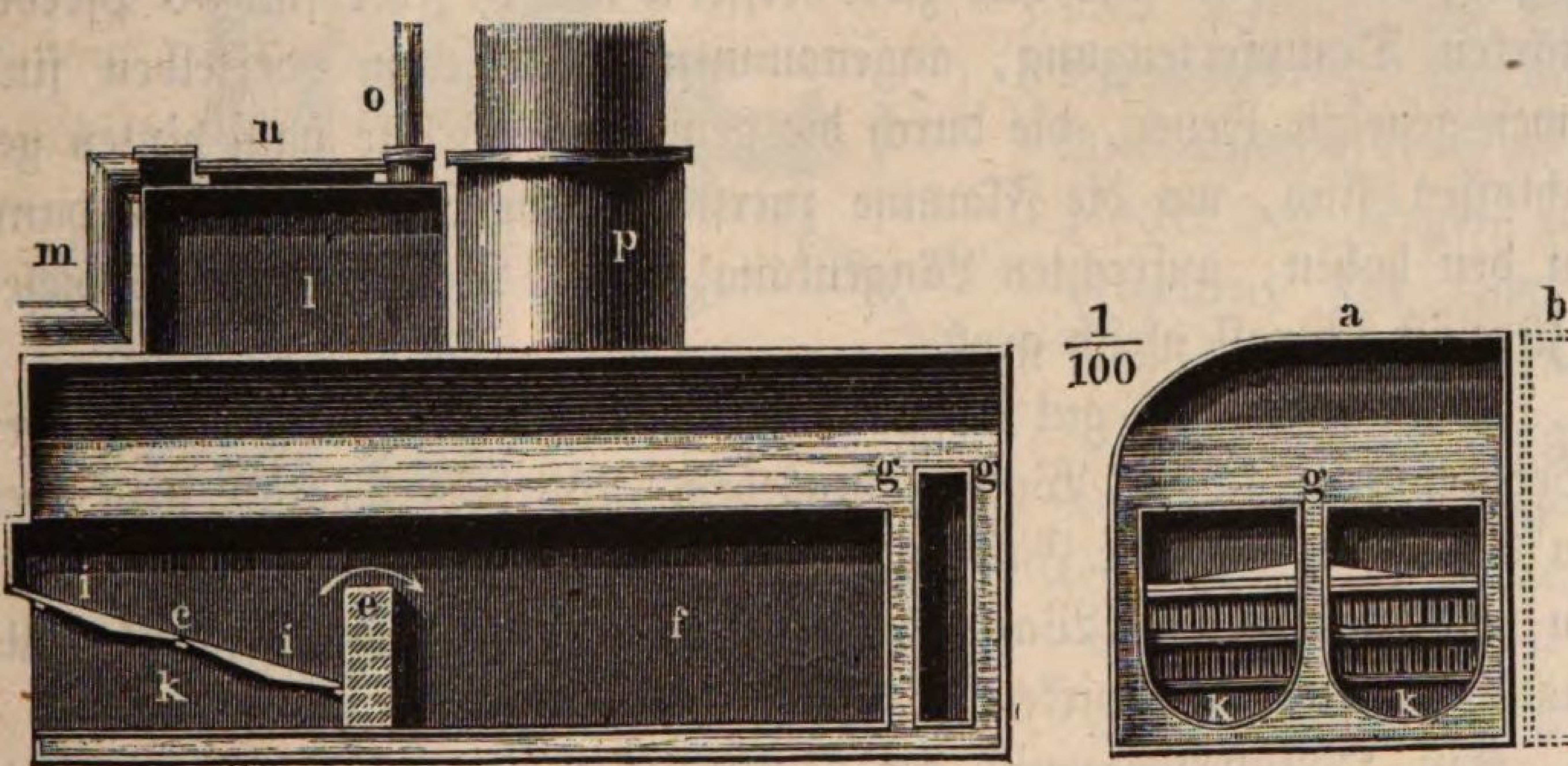
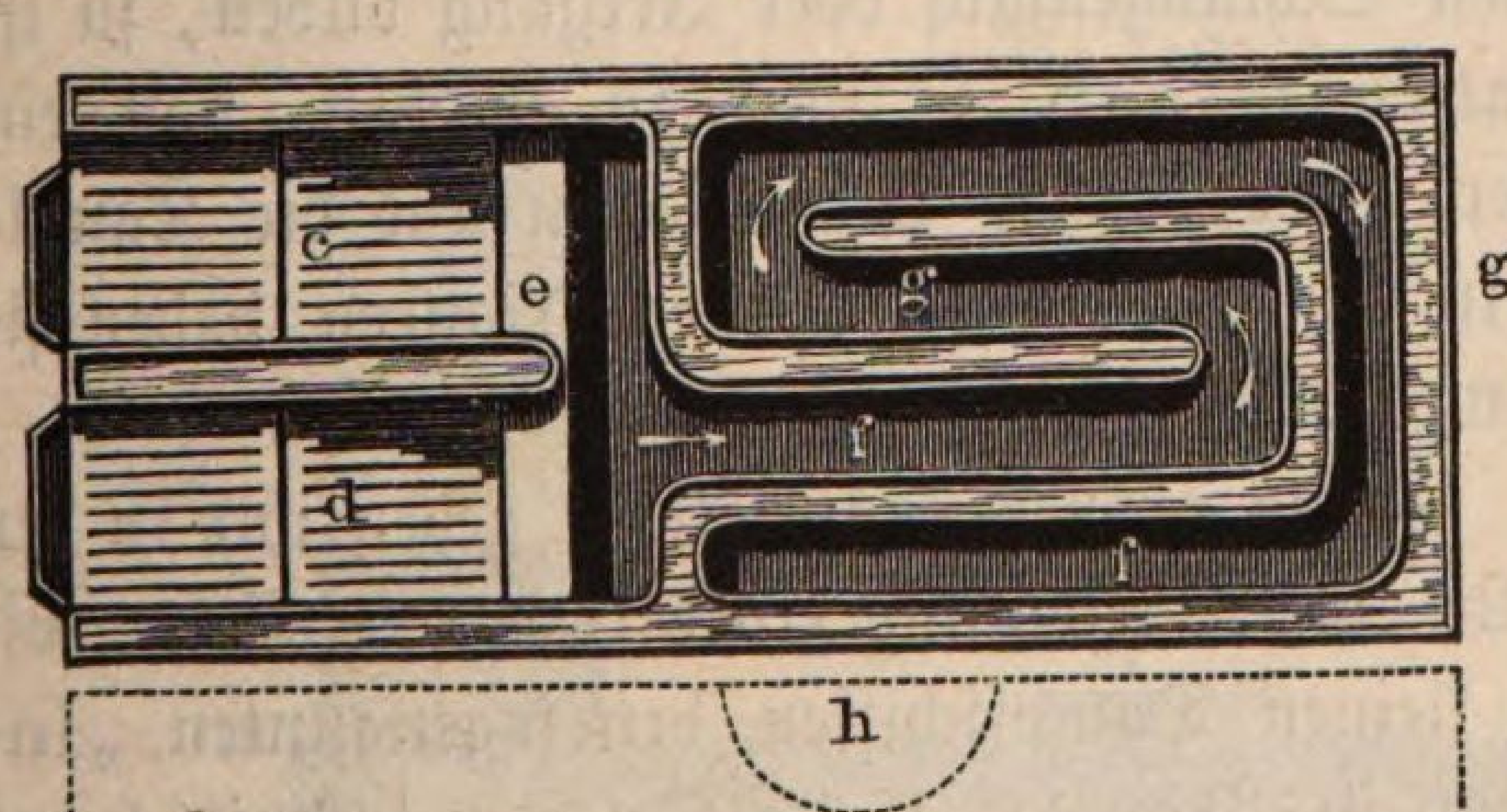


Fig. 17.



wie er von englischen Ingenieuren für ein Dampfboot von 120 Pferdestärken ausgeführt ist.

Fig. 16 links Längendurchschnitt des (punktirten) Kessels *b*; Fig. 16 rechts Querdurchschnitt von *a*, zu Anfang des Rostes genommen; Fig. 17 Grundriß und Durchschnitt, genommen über dem Rost und der Feuerbrücke.

a ist der Kessel zur Linken, *b* der zur Rechten, beide 17′ (5340^{mm}) lang, 7′ (2199^{mm}) breit und 7′ hoch; *c* und *d* sind die Oefen oder Feuerstellen, *e* Feuerbrücke aus feuerfesten Steinen gemauert, *f* Ka-

näle oder Züge, die durch die schmalen Wasserwände *gg* gebildet werden; die Flamme strömt in der Richtung der Pfeile durch dieselben und steigt bei *h* in den (Fig. 17 punktirten) Schornstein *p*, der in der Mitte über beiden Kesseln sich erhebt; *ii* die geneigten Roste mit zwei Lagen Roststäben, *kk* Aschenfälle, *l* Reservoir für den Dampf (Dampfdom), *m* Rohr, welches den Dampf zur Maschine leitet, *n* Mannloch, *o* Ausblaserohr.

Des leichteren Einsetzens halber sowie überhaupt zum Schutz gegen jeden Unfall sind hier zwei Kessel *a* und *b*, jeder für 60 Pferdestärken Dampferzeugung, angenommen. In jedem derselben sind zwei geneigte Feuer, die durch die gemauerte Brücke nach hinten geschlossen sind, wo die Flamme zuerst in den Querkanal und dann in den hohen, aufrechten Längenkanal geht. Der Querschnitt dieser Züge ist überall gleich groß.

Man sieht, wie gut dieser Kessel gebaut ist, um alle Wärme der Verbrennung an das Wasser abzugeben. Wäre es möglich, was aber in der That nicht der Fall ist, auf dem Roste und zwischen den dort zu sehr kühlenden Wasserwänden die Verbrennung stark und vollständig genug zu bewirken, so müßte der Effekt sehr groß sein.

Ein Haupterforderniß der Schiffskessel ist noch die Zulässigkeit einer leichten Reinigung der Züge. Weil diese bei der vorliegenden Bauart nun immer einen Schlangenlauf oder Irrgang bilden, so ist es nöthig, dieselben fahrbar, d. h. so weit zu machen, daß ein Kaminfeger (Essenkehrer) oder Knabe durchkriechen und die Kanalwände reinigen kann; in den eben beschriebenen Figuren haben sie 14″ (366^{mm}) Breite auf 46″ (1200^{mm}) Höhe.

Als Gegenstück zu obigem großen Schiffskessel geben wir in den Figuren 18, 19 und 20 die Darstellung eines kleinen Kessels, wie er auf den französischen kleinen Dampfschiffen, den sogenannten „Inexplosibles“, in Gebrauch ist; Fig. 18, theils Querdurchschnitt bei *a*, theils Ansicht von vorn, bei *b*. Fig. 19 Längendurchschnitt der Hälfte *b*. Fig. 20 horizontaler Durchschnitt und Grundriß der Hälfte *a*. *a* linke Hälfte des Kessels, *b* rechte Hälfte, *cc* die beiden Oefen, worin der Rost ist; *dd* sind Falten in der Decke über dem Feuer und in den Zügen *ff*; diese Falten haben 4″ (104^{mm}) Höhe bei 1$^{3}/_{4}$″ (46^{mm}) Breite. Ueber jedem Rost sind vier, in den Zügen *f*

jedesmal nur zwei vorhanden. Sie dienen sowohl dazu, diesen Stellen des Kessels mehr Festigkeit zu geben, als auch die Heiz- und Verdampfungsfläche zu vermehren. *e* Feuerbrücke, die hier nicht aus Stein besteht, sondern eine Wasserwand ist; *ff* sind die Züge oder Kanäle, *gg* die Wasserwände. Um die Ausbauchung der Kopfplatten des Kessels zu verhüten, sind oberhalb *dd* vier kupferne Stangen der Länge nach als Anker eingelegt. *h* ist der in den Schornstein aufsteigende Zug. *kk* Aschenfälle, die noch unter den Kesselboden hinunterreichen. Fig. 18, *l* Dampfsammel-

Fig. 18.

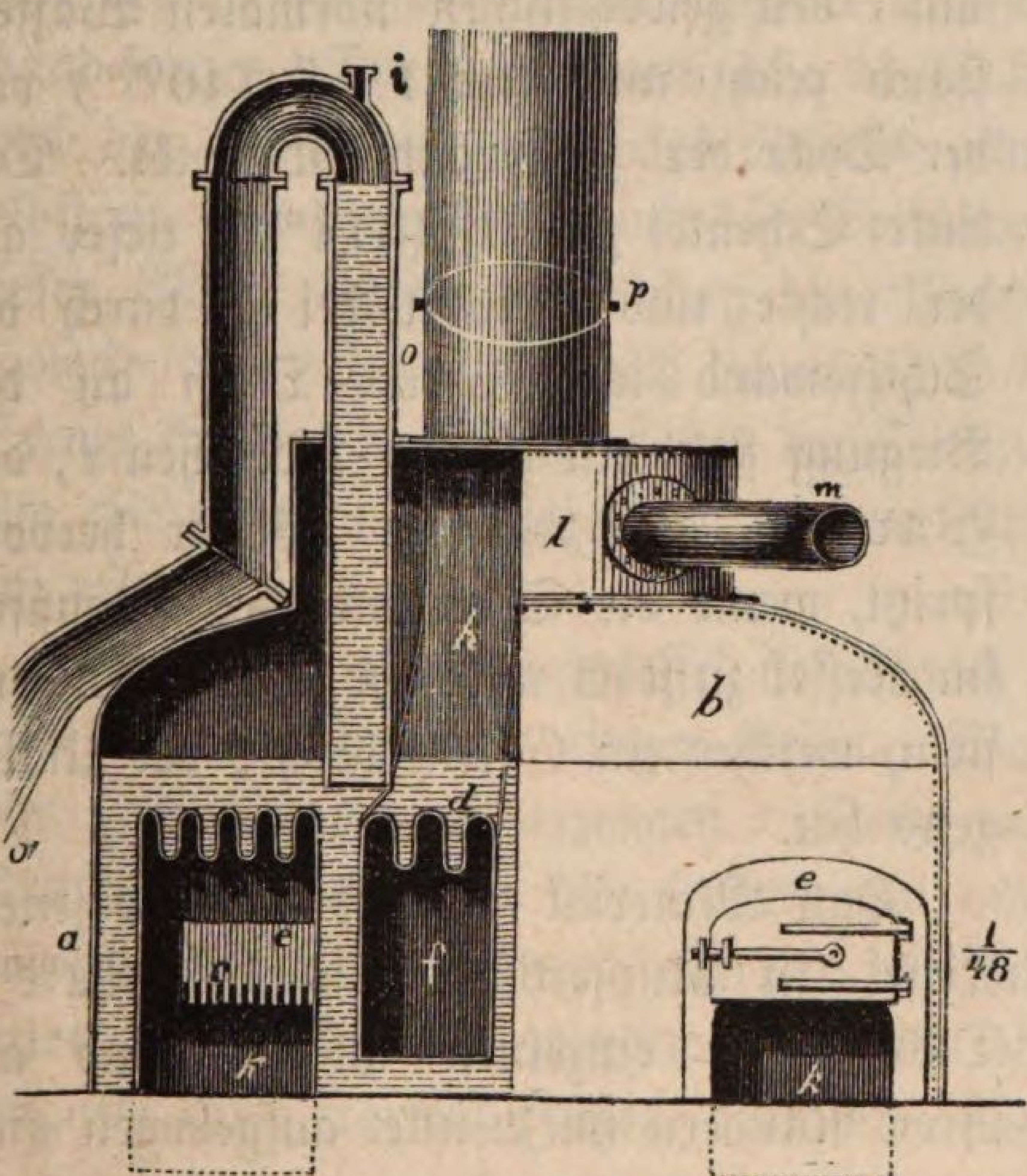
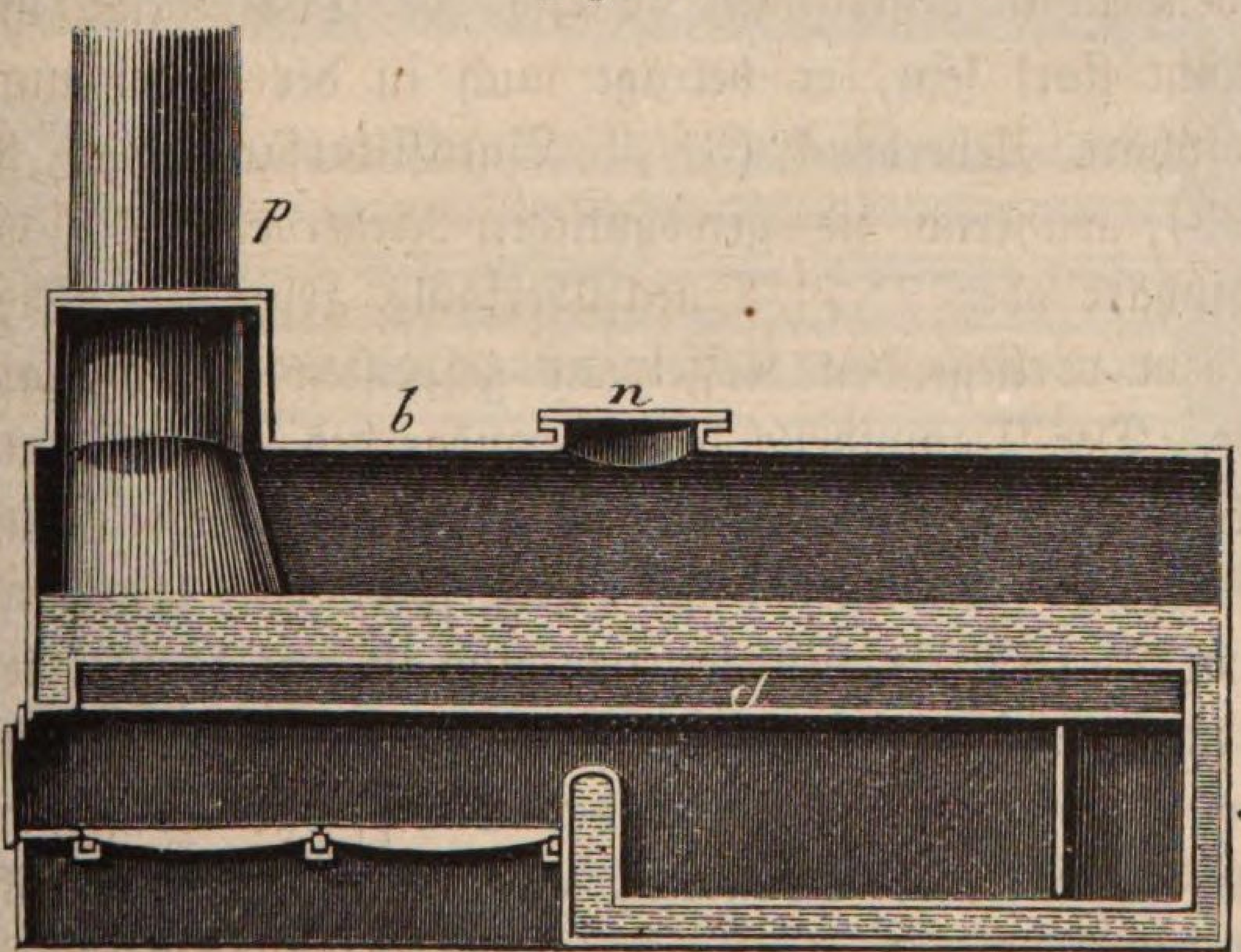
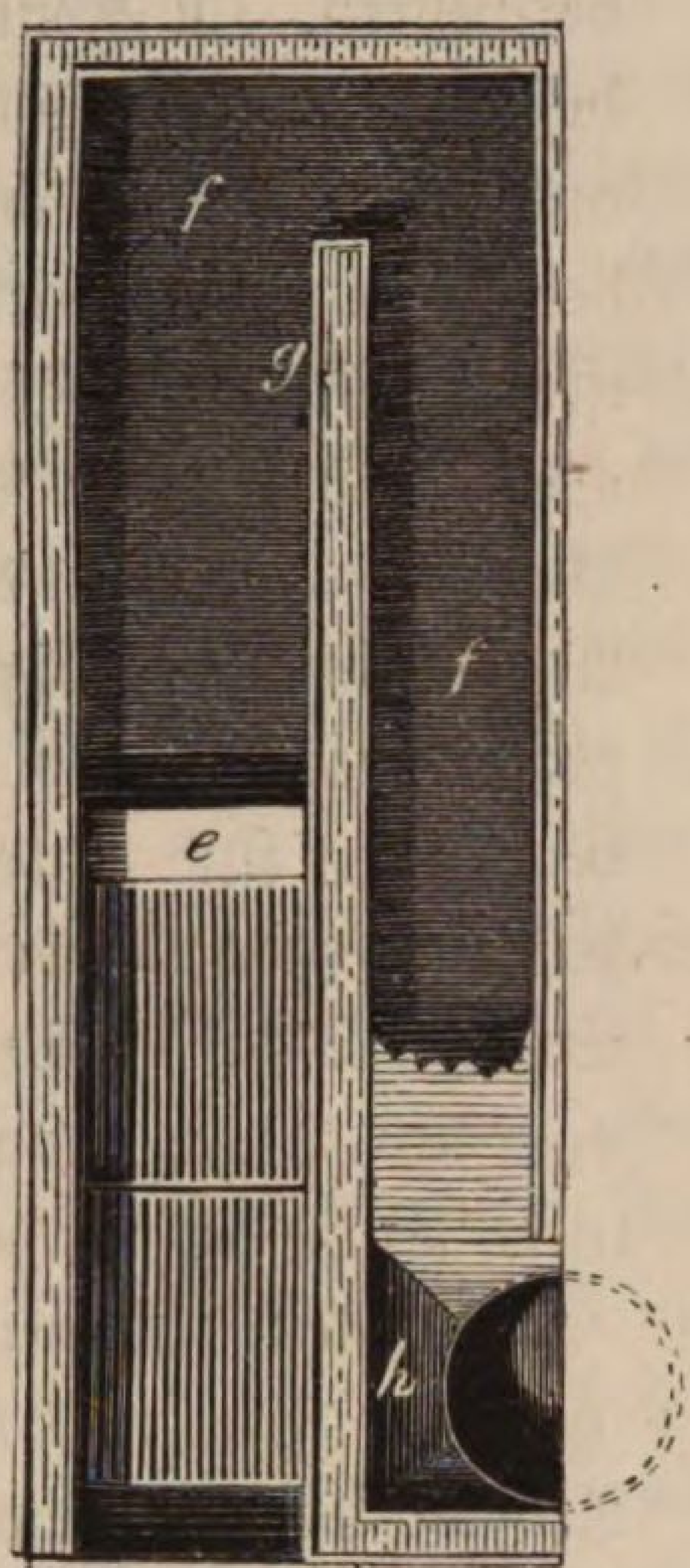


Fig. 19.



raum, von wo aus das Dampfrohr *m* zur Maschine führt, *n* ist das Mannloch, *o* das heberförmige Sicherheitsrohr (tube de sûreté), dessen rechter Schenkel bis 2″ (52^{mm}) unter den gewöhnlichen normalen Wasserstand reicht und noch $1^1/_2$″ (40^{mm}) von der Decke der Züge entfernt bleibt. Der linke Schenkel geht 1′ (314^{mm}) tiefer als der rechte und mündet bei *o′* durch die Schiffswand ins Freie. Oben an der Biegung steht ein kleines Röhrchen *i*, der Warner, aus welchem Wasser hervorspritzt, wenn die Spannung des Dampfes im Kessel zu stark wird. *p* ist der Schornstein, welcher ein Gelenk behufs des Umlegens hat.

Fig. 20.



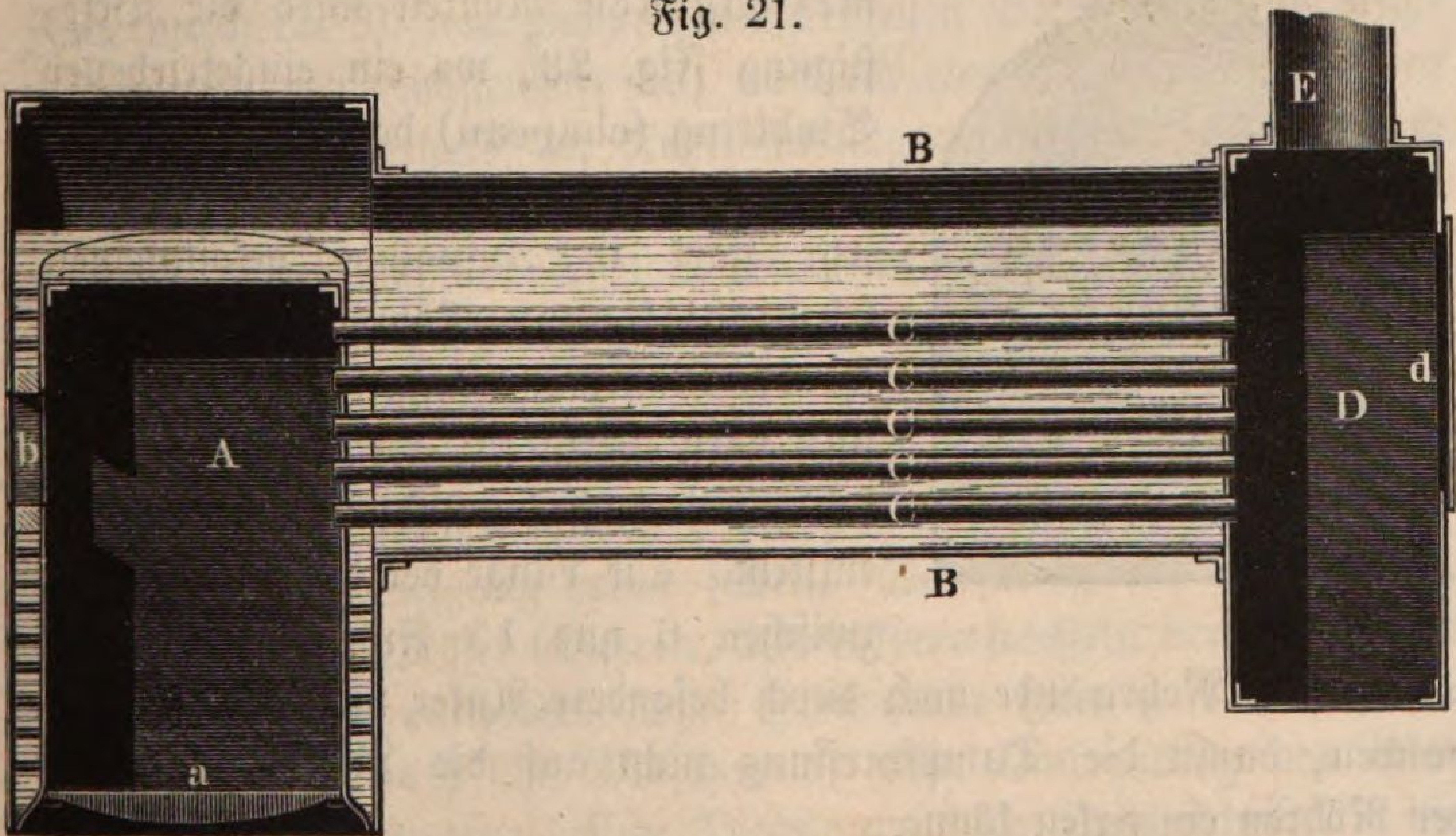
Das Material der hier besprochenen Kessel ist Kupferblech von $^2/_3$‴ (2^{mm}) Dicke. Die einzelnen Platten sind an ihren Rändern im Winkel aufgebogen und vernietet, was im Inneren des Kessels Rippen bildet, die denselben wesentlich verstärken, indem sie die Wände gegen Verbiegungen schützen.

Trotzdem kann begreiflicher Weise der Dampfdruck in solchen Kesseln nicht stark sein, er beträgt auch in der Regel nur $^1/_8$ bis $^1/_7$ Atmosphäre Ueberdruck ($3^1/_4$″ Quecksilbersäule oder 2 Pfund pr. □ Zoll), während die gewöhnlichen Niederdruck-Maschinen mit $^1/_4$ Atmosphäre oder $7^1/_4$″ Quecksilbersäule arbeiten. Die Stärke der von dem vorliegenden Kesselpaar gespeisten Dampfmaschine ist 20 Pferde. Der Dampfdruck kann vermöge des Sicherheitsapparates *o* nie stärker als $^1/_6$ Atmosphäre werden, von welcher Eigenthümlichkeit der Name „Inexplosible“ (Unzersprengbar) herrührt. Das Rohr *o* hat 7″ (82^{mm}) Durchmesser und ist aus Kupferblech gefertigt. Dadurch, daß es bei regelmäßigem Wasserstande um 2″ untertaucht, bei *o′* aber offen ist, hält der Dampf das Wasser in *o* beständig auf einer seiner Spannung entsprechenden Druckhöhe; wird der Druck des Dampfes zu stark, so wird das Wasser über die Bie-

gung des Rohres *o* hinausgetrieben, und nun wirkt das Rohr als Heber; es fließt nämlich so lange Wasser ab, als *o* noch ins Wasser taucht, dann entweichen Dämpfe und die Maschine steht stille. Sofort muß der Heizer für Erneuerung des Wassers durch Einpumpen von Hand sorgen. Der Heizer kann also die Dämpfe nie zu hoch spannen, weil der Mechanismus dieses Rohres gänzlich unabhängig von ihm selbst ist. Sodann kann auch das Speisewasser nie unter das Niveau dieser Röhre sinken, ohne daß die Maschine zum Stehen kommt. Sobald das Wasser wirklich abzulaufen beginnt, fließt ein kleiner Strahl Wasser und Dampf aus der Oeffnung bei *i*, so daß Capitain und Passagiere des Schiffes von dem Zustande des Kessels Kenntniß erhalten.

37. Für Dampfwagenkessel ist es noch mehr als für die Schiffskessel erforderlich, bei geringer Kessel-, Wasser- und Brennstoffmasse sehr viel Dampf zu erzeugen. Demgemäß wendet man hier die Grundsätze, welche bei den Kesseln mit inneren Röhren (31) sich so nützlich für die Raumverminderung zeigten, in stärkstem Maße an, unter Zuziehung der inneren Feuerung und einer künstlichen Erzeugung eines starken Zuges. In dem Längenschnitt Fig. 21 ist *A*

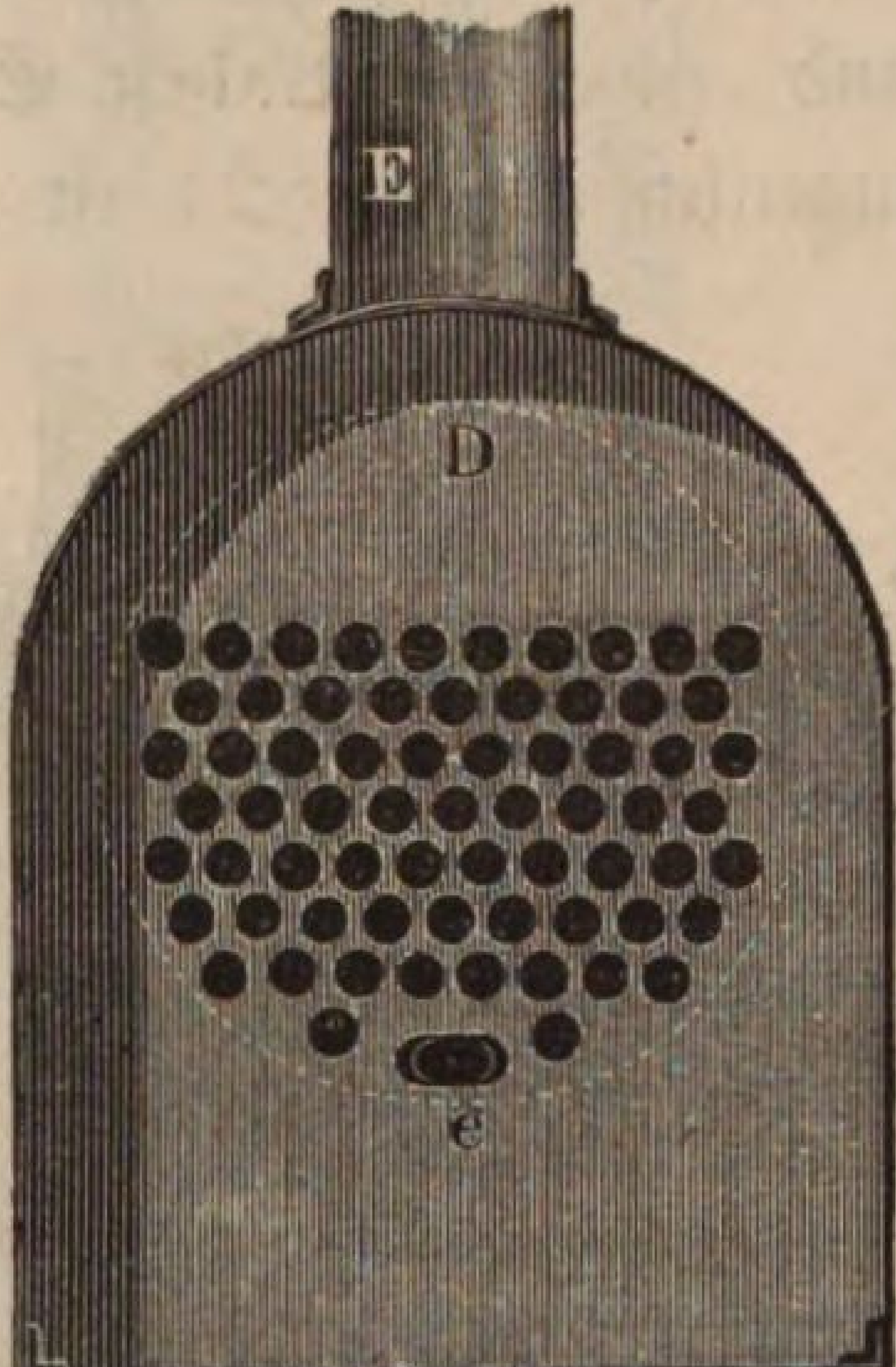
Fig. 21.



die sogenannte Feuerbüchse (fire-box, boîte à feu), *B* der Kessel insbesondere; bei *C* liegen die Heizröhren (pipes, tubes), 80 und

mehr an der Zahl, je nach der Größe der Lokomotive; Feuerluft und Rauch durchziehen dieselben und gelangen in den Rauchkasten (smoke-box, boîte à fumée) *D*, von wo sie in den Kamin *E* entweichen. Die Feuerbüchse ist ein Doppelkasten aus starkem Eisen- und Kupferblech, von rechteckigem Querschnitt, zwischen der äußeren und der inneren Wand mit Wasser gefüllt, welches bei normalem Stand die obere Platte der inneren Feuerbüchse immer bedecken muß. Die genannte Platte wird durch aufgeschraubte und genietete Barren verstärkt; die vier übrigen Wände des inneren Feuerkastens werden zu demselben Behufe durch Stehbolzen (entre-toises) mit den äußeren Wänden zusammengehängt. Bei *a* liegt der Rost, welchem durch die Heizthür *b* der Brennstoff zugeführt wird. Die fünf Wände der inneren Feuerbüchse geben die sogenannte direkte Heizfläche, während die durch die Heizröhren gebotene die indirekte Heizfläche genannt wird. Fig. 22, ein Querschnitt durch die Rauchbüchse, zeigt die sogenannte hintere Rohrwand, in welche die Heizröhren eingesetzt sind. Ihre Befestigung in den beiden Rohrwänden zeigen die Fig. 23 und 24. Bei messingenen Röhren wird die Befestigung Fig. 23, wo ein eingetriebener Stahlring (chapeau) das Rohrende festklemmt, angewandt. Die in neuerer Zeit sehr stark in Aufnahme gekommenen schmiedeisernen Röhren werden hinter der Rohrwand aufgebeult, Fig. 24 und vorn vernietet, wodurch eine sehr solide und auch dampfdichte Verbindung entsteht. Die Länge der Röhren beträgt zwischen 6 und 15 Fuß. Gewöhnlich werden die Rohrwände noch durch besondere Anker miteinander verbunden, damit die Dampfpressung nicht auf die Befestigungsstelle der Röhren einwirken könne.

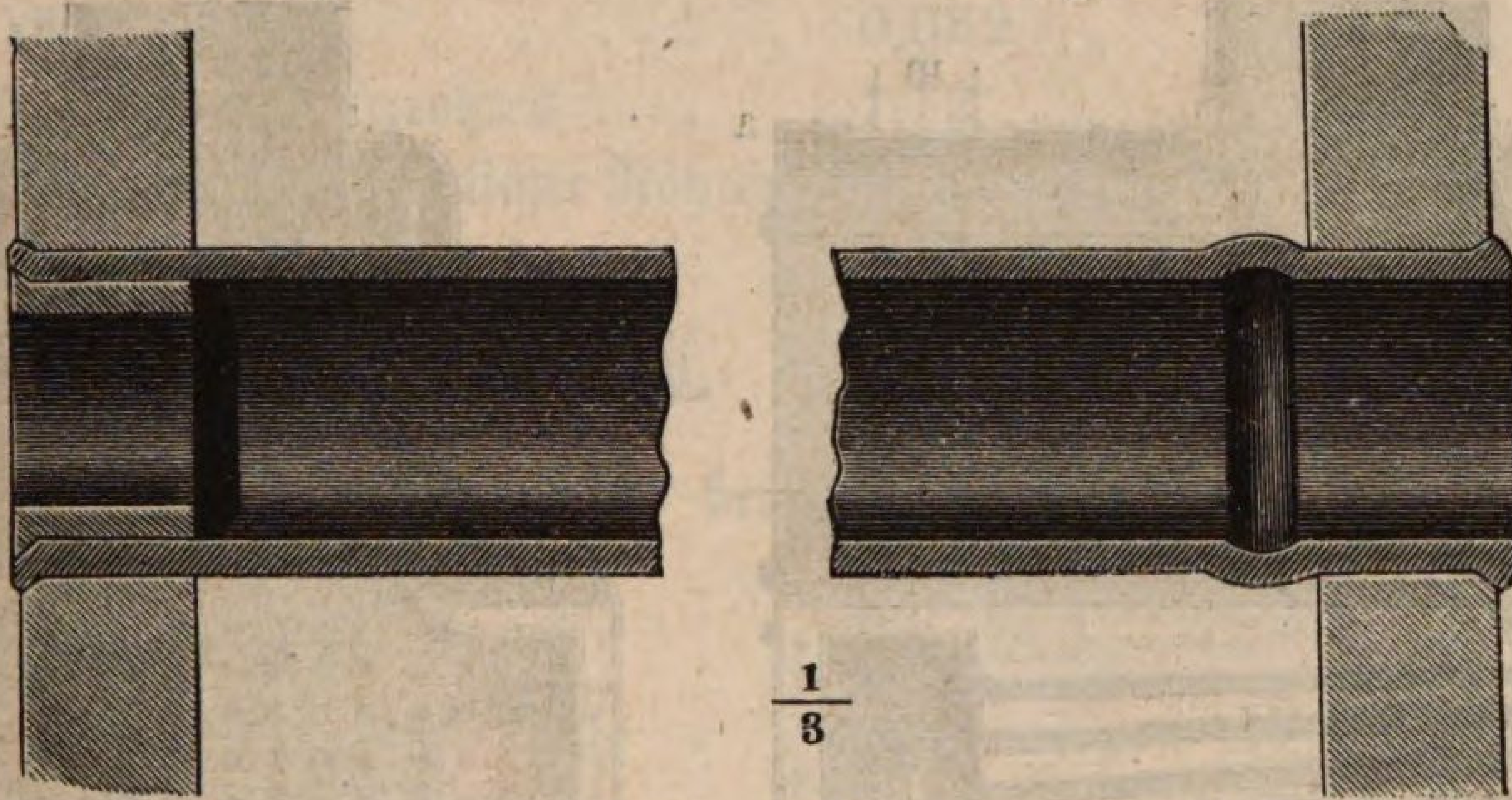
Fig. 22.



In dem Rauchkasten *D*, welcher durch eine Thür *d* zugänglich ist, befindet sich das hier weggelassene Blasrohr, das mit einem besonderen Mundstücke versehene Rohr für den Abdampf der Dampf-

maschine. Dieses Blasrohr, auf welches weiter unten noch zurückgekommen wird, läßt den gebrauchten Dampf in den Kamin *E* tre-

Fig. 23. Fig. 24.



ten, wodurch eine ansaugende Wirkung auf die im Rauchkasten befindlichen Gase ausgeübt, und ein kräftiger Zug durch Rost, Feuer und Heizröhren hervorgebracht wird. Gewöhnlich läßt sich das Blasrohr verstellen, und dadurch der Luftzug verändern. Bei *c* liegt ein Putzthürchen. Unterhalb desselben sammeln sich die von dem heftigen Zuge durch die Röhren hindurch mitgerissenen Brennstoffe und Rußtheilchen oft sehr massenhaft an, weshalb eine bedeutende Tiefe des Rauchkastens unterhalb der Rohrmündungen unerläßlich ist. Durch die Reinigungsthür *d* werden die angesammelten Rückstände herausgeschafft. Der Lokomotivkessel in der beschriebenen Form ist ein sehr guter Dampferzeuger, der zugleich, wie man sieht, auf den engsten Raum eingeschränkt ist.

38. Man hat daher derartig construirte Kessel auf Dampfschiffen verwendet, auf solchen nämlich, die Hochdruckmaschinen besitzen und einen geringen Tiefgang haben sollen. So sind z. B. drei Schiffe, welche die Unter-Mosel befahren, mit Lokomotivkesseln versehen. Die Maschinen sind entweder bloße Hochdrucker (mit 4 Atmosphären Druck) oder Woolf'sche Maschinen. Eine Umformung des Lokomotivkessels leistet aber bessere Dienste auf dem Dampfschiff, als die unmittelbare Nachahmung. Eine solche Umformung des Röhrenkessels, wie die Mehrzahl der Dampfschiffe in neuester Zeit sie benutzen, zeigen die Figuren 25 und 26 (a. f. S.).

Innerhalb des Wasser- und Dampfraumes *a a* liegen zwei Feuerkasten *bb*; *cc* gußeiserne Feuerthüren, *d* geneigter Rost, unter wel-

Fig. 25.

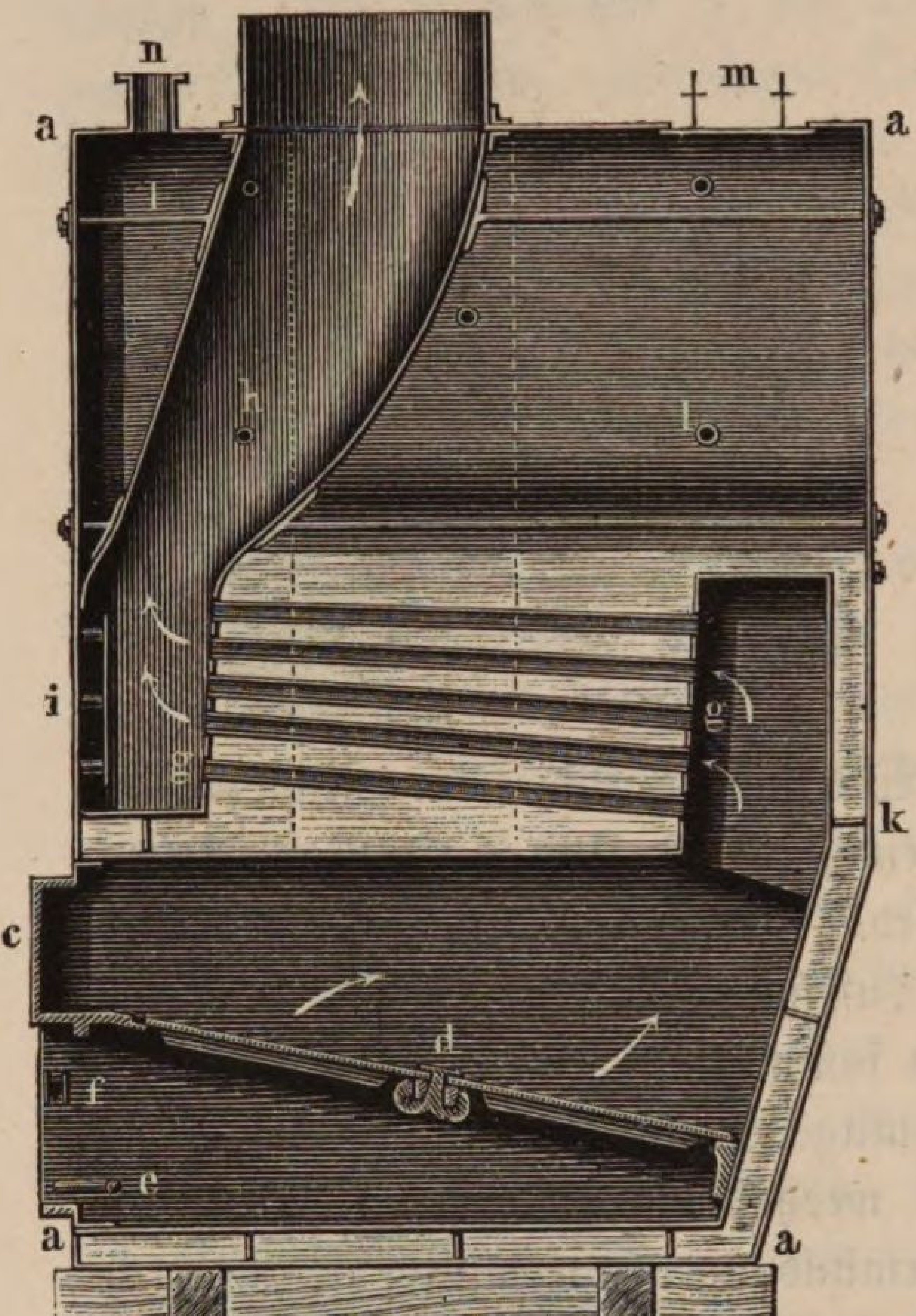
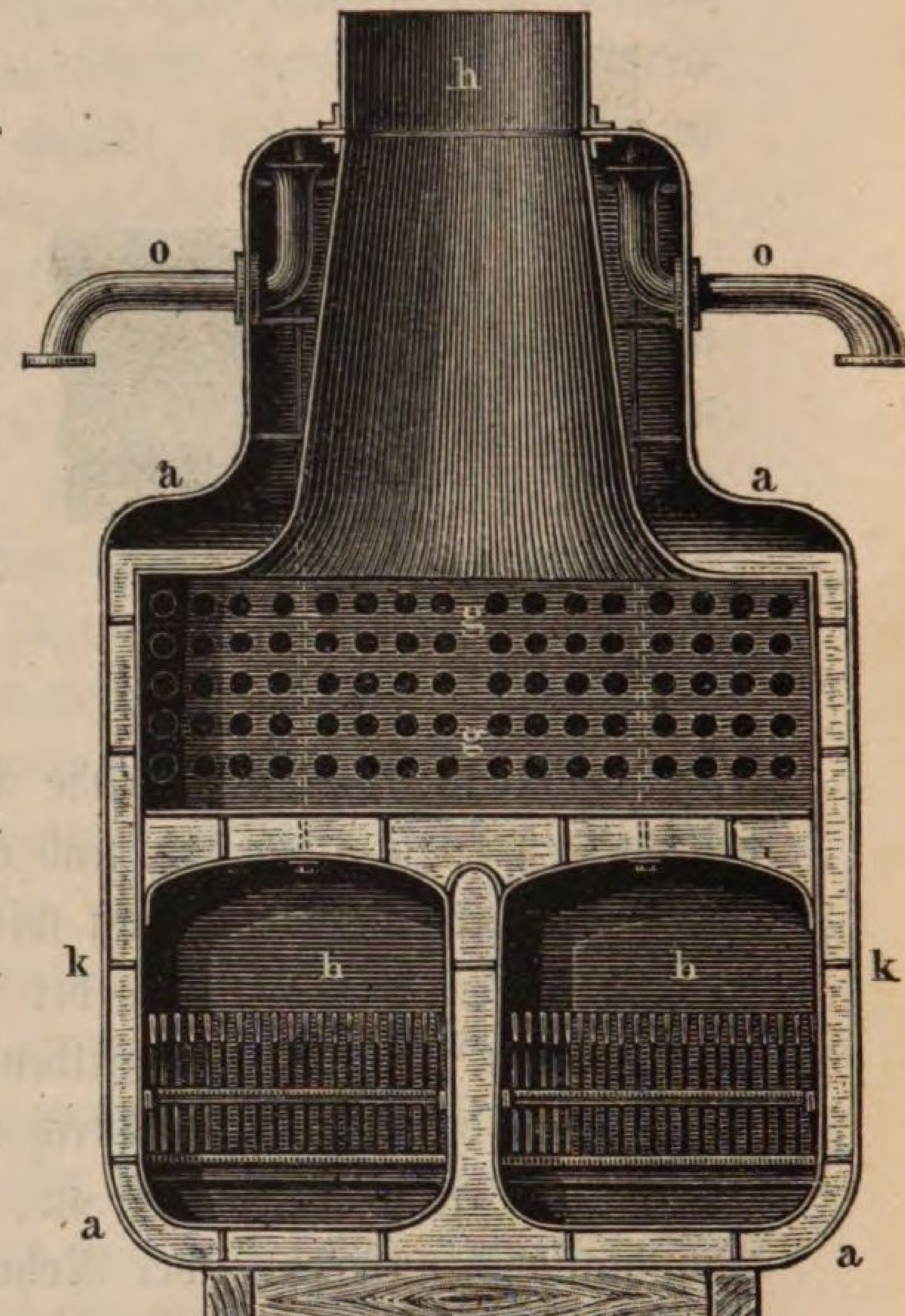


Fig. 26.



chen ein von den Sicherheits- und Probirventilen ausgehendes Rohr *e* mündet, und das dort entweichende Wasser in den Aschenfall leitet. *f* Querstange zum Auflegen des Schürhakens; *gg* 80 Heizröhren; *h* Schornstein; *i* Reinigungsthür; *kk* Stehbolzen; *ll* Ankerschrauben, durch die Kesselwände gehend, und zum Theil an den Schornstein vernietet, *m* Mannloch, *n* Rohr zur Aufnahme des Sicherheitsventils, *oo* Dampfröhren, welche innen bis nahe an das Kesseldach reichen, damit nicht leicht Wasser von dem Dampf mit fortgerissen werde.

Dieser Kessel ist für eine 20pferdige Dampfmaschine bestimmt; die Hauptabmessungen desselben sind die folgenden:

Breite jedes Rostes	0,70 Meter
Länge jedes Rostes	1,40 „

Innerer Durchmesser der Heizröhren	0,075	Meter
Aeußerer Durchmesser der Heizröhren	0,082	„
Länge eines Heizrohres . . .	1,12	„
Ganze Länge sämmtlicher Röhren	89,60	„
Fläche beider Roste	1,96	„
Querschnitt des Schornsteins .	0,26	„
Direkte Heizfläche	6,24	„
Heizfläche der Röhren und der Rückwand	25,20	□ Meter
Ganze Heizfläche	31,44	„
Heizfläche pr. Pferdestärke . . .	1,57	„ = 15,93 □′ preuß.
Dampfraum	1,80	Cub.-Meter
Wasserraum	2,10	„

Es ist nöthig, an dieser die Röhrenkessel behandelnden Stelle der neueren Constructionen dieser Art zu gedenken.

A. Der Fieldkessel mit seinen Abarten. Fig. 27 und 28

Fig. 27.

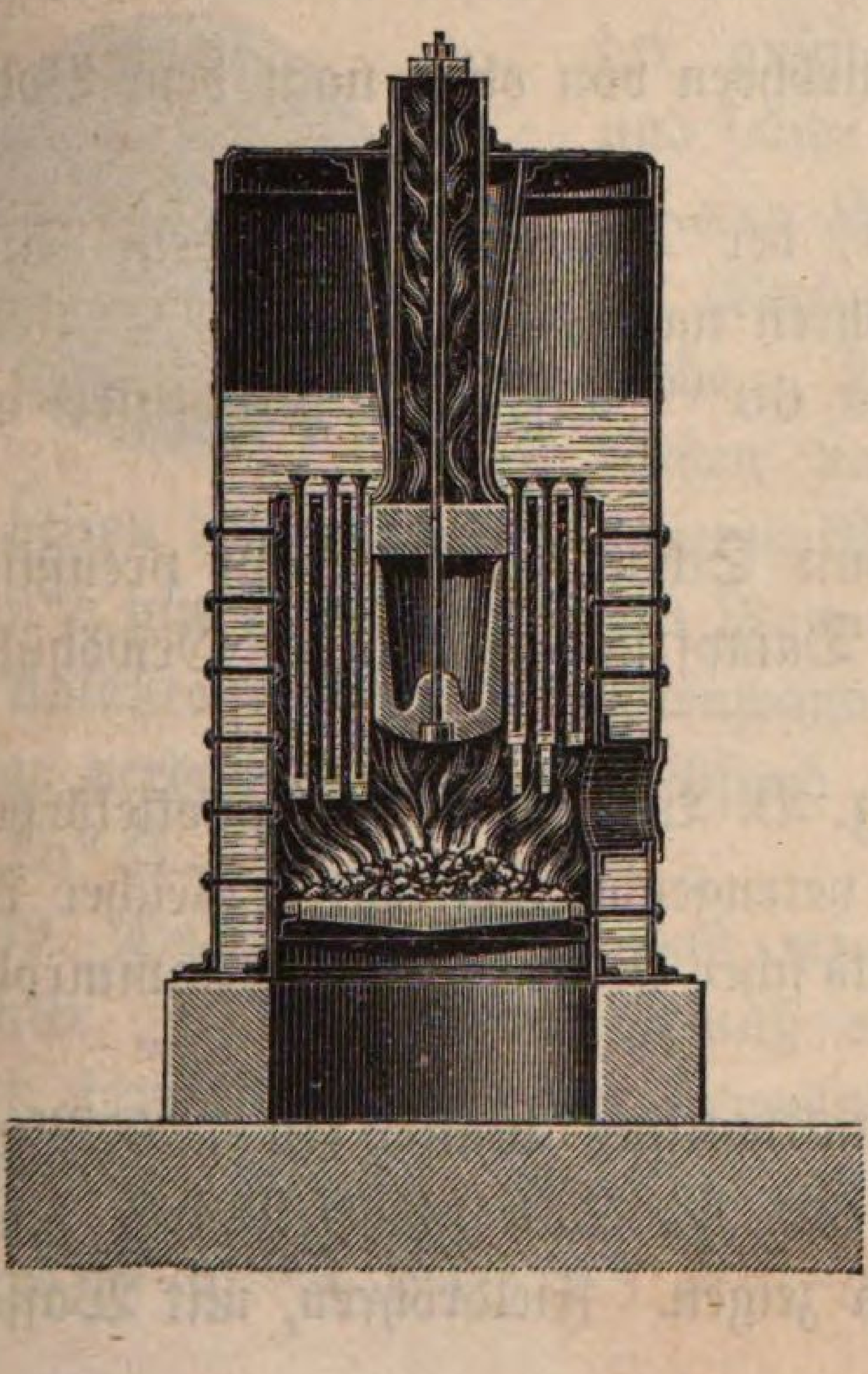


Fig. 28.



erläutern diesen Kessel, der sich durch rasche Dampferzeugung, Oekonomie an Brennstoff, Reinbleiben von Schlamm und Kesselstein und Gewährung größter Heizfläche in kleinstem Raume auszeichnet. Diese Eigenschaften haben ihm in wenigen Jahren eine ausgedehnte Verwendung verschafft. In dem cylindrischen Vertikalkessel ist ein Feuerkasten eingesetzt, unten durch Ringplatte mit ihm verdichtet, durch Stehbolzen abgesteift. Heizthür und Rost sind aus Fig. 27 ersichtlich. Von der Decke des Feuerkastens geht das Schornsteinrohr in der Mitte durch den Dampf- und Wasserraum des Kessels ab. Um aber die Flamme am direkten Eintritt in jenes Rohr zu hindern, ist ein Hohlkörper aus Chamottemasse eingehängt, der nun einen ringförmigen Raum im Feuerkasten herstellt. In diesen sind unten geschlossene, also sackartige, dünnwandige Röhren von der Decke des Kastens nach Fig. 23 verdichtet, zahlreich eingehängt. Innerer Mantel des Kastens und die zahlreichen Röhren geben eine reichliche Heizfläche aus. Diese wird aber erst recht wirksam durch zweite Röhren, die nach Art von Fig. 28 Vertikalschnitt und 28 *a* (obere Ansicht) in die Sackröhren eingehängt sind, auf deren oberem Rande mit je drei Nasen aufsitzend. Hier zeigt sich nun eine kräftige Strömung:

a. des Wassers durch die Kernröhren von oben nach dem Boden der Sackröhren;

b. des sehr erhitzten Wassers, der Dampfblasen in dem Ringe zwischen Sack- und Kernröhren nach oben.

Die Sackröhren haben 50 bis 60^{mm} äußeren Durchmesser und 3 bis 4^{mm} Wandstärke.

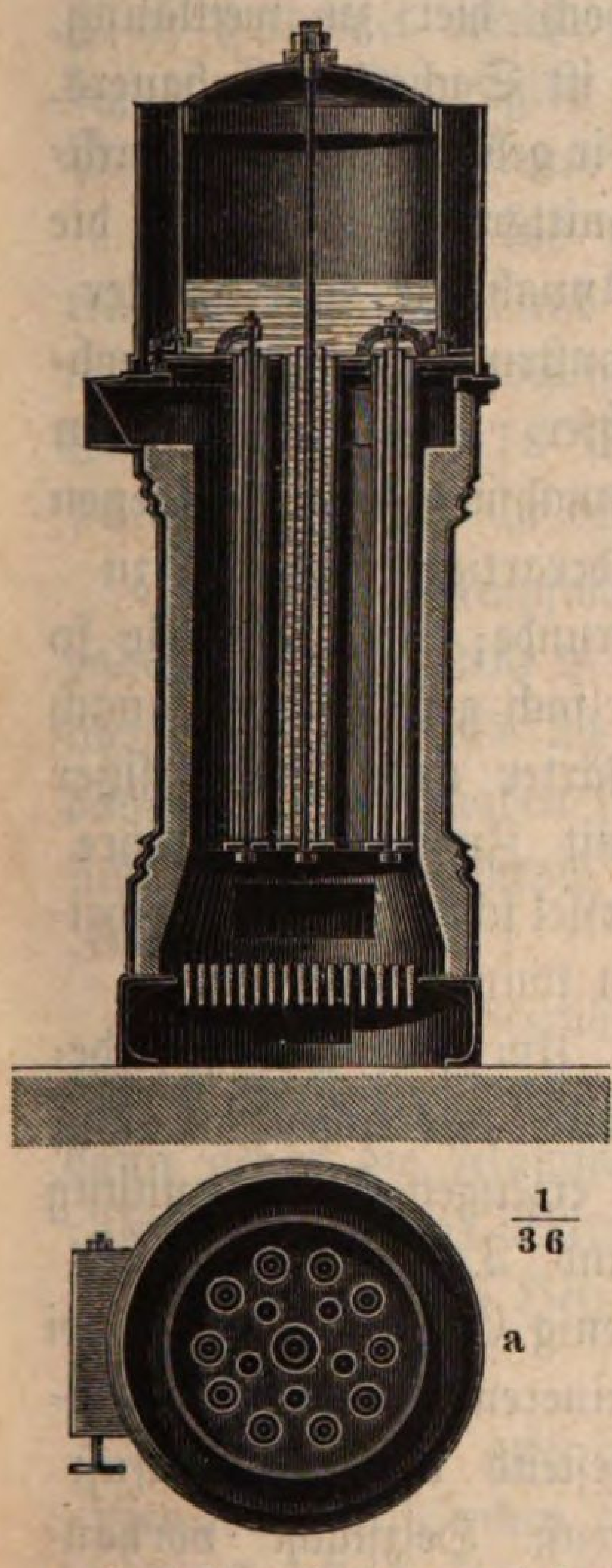
Fig. 27 zeigt den Fieldkessel mit Schornsteinrohr, für preußische Vorschrift, ummantelt durch den Dampfraum geführt. Gewöhnlich geht es aber einfach nach oben.

Mancherlei Abarten bestehen, z. B. Wegfall des Chamottekörpers und dessen Ersatz durch gebogene, verengende Sackröhren gleicher Art wie die geraden, Einhängung Field'scher Röhren in die Flammrohre großer und Schiffskessel.

Man hat den Kessel für sehr kalkhaltiges Wasser (in 100 Pfund Wasser sind 2 Loth kohlensaurer und $^5/_8$ Loth schwefelsaurer Kalk) eingerichtet, wie Fig. 29 und 29 a zeigen. Fieldröhren, mit Wasser-

und Dampfhaube verbunden, sind in den Ofen eingehängt. Derselbe besteht aus Gußeisen-Mantel, der vom Rost bis oben unter Deckplatte der Haube mit feuerfesten Ziegeln ausgekleidet ist. Ein verlängernder Aufsatz gestattet die Umhüllung der Dampfhaube mit schlechtem Wärmeleiter.

Fig. 29.



10 Röhren zu 74^{mm} Durchmesser
5 „ „ 63^{mm} „
1 Rohr „ 110^{mm} „

geben bei 1020^{mm} Länge und mit den Grundflächen circa 4 □^{m} Heizfläche. Es findet kein Anbrennen des Steines statt. Der Kessel wird durch Ausblasen des Wassers gereinigt, kann nöthigenfalls mit wenig Mühe ganz auseinandergenommen und gereinigt werden.

Der stationäre Röhrenkessel von Meunier in Lille ist in Fig. 30 a. f. S. dargestellt.

Im ausgeschnittenen Vordertheil ist der gußstählerne Feuerkasten *a* eingesetzt und solide verankert. Vor der Rohrwand ist eine Kammer *b* gebildet zum Mischen der Verbrennungsgase und Absetzen von Asche. Die Gase durchstreichen die zahlreichen nach hinten ansteigenden Röhren und heizen dann noch den äußeren Mantel des Kessels. Ein Rohrstutzen *c* mit Fahrloch für den Raum unter den Röhren mit Speise- und Ablaßrohr ist an der Stirnwand aufgesetzt. Mehrfachen Proben zufolge verdampft er mit 1 Pfund Steinkohle bis 9 Pfund Wasser von 15° C.

39. Damit ein Kessel das erforderliche Dampfquantum in bestimmter Zeit liefern könne, muß er, eine gute Feuerung vorausgesetzt, dem Feuer und der Feuerluft eine hinreichende Fläche zur Berührung darbieten, oder mit anderen Worten, seine Heizfläche muß groß genug sein. Es ist nun leicht begreiflich, daß auch die

Dicke des Metalls der Kesselwände, die Form der Kessel, ihre Lage und Entfernung vom Feuer hier vielen Einfluß haben; das alles näher zu untersuchen ist jedoch hier zu weitläufig, es ist Sache des Erbauers. Wir geben daher nur Durchschnittsresultate und die Annahmen anerkannter Constructeure und Beobachter. Wir legen dieselben Annahmen unseren eigenen derartigen Bauten zu Grunde; auch sind sie so vielfach geprüft, daß danach Wärter und Fabrikbesitzer mit Zuverlässigkeit ihre Kessel schätzen und beurtheilen können.

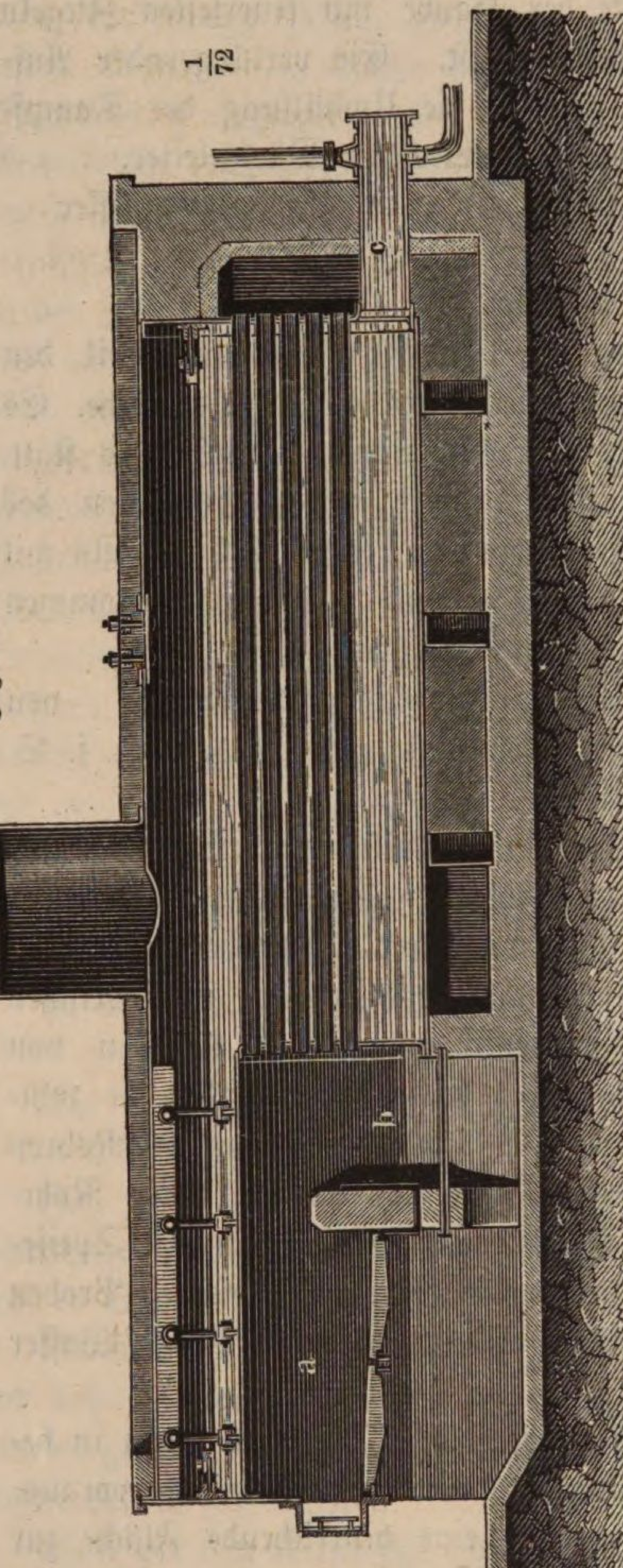


Fig. 30.

Um für eine Pferdestärke ausreichend Dampf zu erzeugen (die Spannung und Temperatur haben wenig Einfluß), müssen bei kleineren Maschinen mindestens 12 Quadratfuß preuß. Heizfläche vorhanden sein.

Kann man sehr lange Züge oder Kanäle nicht vermeiden, so darf deren bloßliegende Kesselfläche nicht voll als Heizfläche gerechnet werden, oder man muß 14 Quadratfuß pr. Pferdestärke ansetzen. Das sind bezüglich

12,6 und 14,84 Quadratfuß engl. oder 1,18 und 1,38 Quadratmeter.

Bei Siedern und Rauchröhren darf nur $^2/_3$ der Fläche als Heizfläche gerechnet werden, weil dieselben bald mit Asche und Ruß belegt sind. Man gibt jetzt bei Kesseln mit solchen Hilfsröhren 20 Quadratfuß vom Feuer bestrichene Fläche pr. Pferdestärke.

Das Gewicht des von obigen Flächen verdampften Wassers beträgt zwischen 50 und 75 Pfund in einer Stunde. Auf Schiffen mit Niederdruck verdampfen 10,15 Quadratfuß = 1 Quadratmeter Heizfläche 70 bis 75 Pfund Wasser mit einem Kohlenaufwand von 12 bis 15 Pfund in der Stunde.

Auf dem Dampfwagen hat man es mit dem heftigsten Feuer dahin gebracht, 200 bis 240 Pfund Wasser stündlich pr. Quadratmeter oder 20 bis 24 Pfund pr. Quadratfuß Heizfläche zu verdampfen. Es ergaben sich hier 3,5 Quadratfuß Heizfläche pr. Pferdestärke, laut Nachweis über die Lokomotiven in Preußen im Jahre 1855.

Die direkte Heizfläche empfängt zweierlei Einwirkung vom Feuer. Zuerst wird sie durch die strahlende Wärme desselben erhitzt, und dann geben die Flamme, die heißen Gase und Dämpfe durch Berührung (Leitung) Wärme an die Kesselwände ab.

Die indirekte Heizfläche bekommt nur durch Wärmeleitung Zufluß von Wärme.

Hieraus und aus den im Nachtrag B. angegebenen Verhältnissen der strahlenden Wärme zur geleiteten ergiebt sich, daß die direkte Heizfläche die indirekte an Verdampfungsfähigkeit weit übertreffen muß.

Es ist also vortheilhaft, eine große Fläche des Kessels der unmittelbaren Wirkung des Feuers auszusetzen oder direkte Heizfläche zu gewinnen, z. B. bei dem Watt'schen Kessel, den Siedern, wovon $^2/_3$ des Flächenraums als direkte Heizfläche anzusehen sind.

Bei Koffer- und cylindrischen Kesseln nimmt man die Heizfläche gleich der Hälfte der ganzen Kesselfläche; ein größerer Theil davon läßt sich nicht gewinnen, wenn der Dampfraum nicht nachtheilig beschränkt werden soll; bei den Schmidt'schen Kesseln (34) geht dies

indessen wohl an. Bei den Kesseln mit Siedern können $^6/_{10}$ der totalen als Feuerfläche gerechnet werden.

Nach Redtenbacher sind erforderlich für jede Pferdestärke

a) bei Landmaschinen 1,5 □ Meter oder 15,225 □ Fuß Heizfläche,

b) bei Schiffsmaschinen 1 □ Meter oder 10,151 □ Fuß.

Je größer und stärker bei beiden die Maschinen sind, um so kleiner kann die Heizfläche pr. Pferdestärke genommen werden. Sehr starke Schiffsdampfmaschinen haben z. B. nur 0,5 □ Meter Heizfläche pr. Pferdestärke.

Ein □ Meter oder 10,151 □ Fuß Heizfläche geben

pr. Secunde	0,0067	Kilogr.	=	0,0143	Pfund Dampf
„ Minute	0,4	„	=	0,856	„ „
„ Stunde	24,0	„	=	51,36	„ „

Dampfkessel, welche durch die abziehende Flamme der Puddling- und Schweißöfen in Eisenwerken geheizt werden, bedürfen pr. Pferdestärke mindestens 16 □ Fuß Heizfläche.

Specielle Angaben findet man u. a. in Bernoulli's Dampfmaschinenlehre, 5. Auflage 1865.

B. Von den Oefen oder den Feuerungen (furnaces; fourneaux) der Dampfkessel.

40. Der Ofen oder die Feuerung eines Dampfkessels ist in jeder Beziehung von ebenso großer Wichtigkeit für die Dampferzeugung als der Kessel selbst. Während aber die Einrichtung des letzteren fast einzig und allein Sache des Maschinenbauers ist, sind dem Maschinenbesitzer und dem Maschinisten bei der Feuerung viele Veranlassungen geboten, ausbessernd und verbessernd, sogar ganz umändernd einzugreifen, weshalb sie sich stets eine möglichst genaue Kenntniß von den Kesselfeuerungen verschaffen sollten.

Manche Maschinenfabrikanten geben bloß eine kleine Zeichnung über die Feuerungsanlage, nach der ein Maurer, gut oder schlecht, den Kessel hinsetzt und die Roftträger festlegt. Die Anfertigung der Züge, die Art der Mauerung, worauf vieles ankommt, und die

Mörtelbereitung werden insgemein zu leicht genommen. Ueber diese Dinge kann man sich, wenn der Kessel einmal eingemauert, meist keine Gewißheit verschaffen. Es ist daher sehr gut, wenn die Aufsicht einem Monteur anvertraut wird, welcher sich speciell mit der Einmauerung, und nicht noch nebenbei mit anderen Arbeiten und Beaufsichtigungen zu beschäftigen hat. Zu dem Fertigstellen der Feuerung gehört ein bis ins Speciellste vertrauter Monteur oder Techniker; nur wenn der Maschinenfabrikant einen eigenen geschickten Maurer zum Setzen der von ihm gelieferten Kessel in Diensten hat, der im Interesse des Fabrikanten ausgesendet wird, kann man die Arbeiten von diesem allein fertigen lassen.

41. Die Bedingungen, welche eine gute Feuerung erfüllen muß, sind die folgenden:

1) es muß darin hinreichend Brennstoff verbrannt werden können, um der Maschine soviel, oder eher mehr Dampf liefern zu können, als sie gebraucht;
2) der Zug soll so stark und lebendig sein, daß das Brennmaterial bei der höchsten Temperatur verzehrt wird und somit den größten Nutzeffect gibt;
3) das Brennmaterial soll vollständig verbrannt werden, also namentlich möglichst wenig Rauch geben;
4) Möglichkeit einer leichten Reinigung aller Orte, die durch Asche oder Ruß verlegt werden können;
5) hinreichend dicke Wände, als geeigneter Schutz gegen Abkühlung und Wärmeverlust;
6) die Apparate zum Reguliren des Feuers und zum Abschluß der ganzen Feuerung nach beendigtem Tagewerk müssen gut sein und leicht gehandhabt werden können.

42. Jede Dampfkesselfeuerung zerfällt in die drei Haupttheile:

den Feuerraum (fire-place; foyer), der Raum, in welchem die Verbrennung stattfindet,

die Zugkanäle (flues; carneaux), welche die Verbrennung, Flamme, Rauch und auch unzersetzte Luft in

den Schornstein (chimney; cheminée) führen, dessen Zweck ist, jene Producte abzuführen und die zum Verbrennen erforderliche Luftströmung, den Zug, zu bewirken.

43. Mit dem Feuerraum beginnend, stellt sich bei dessen Betrachtung der Rost (grate; grille) als Hauptheil dar.

Man findet wohl keinen Kessel für Dampferzeugung, der nicht mit einem Rost versehen wäre. Die Verbrennung des Scheit- oder Knüppelholzes findet zwar noch vielfach auf Platten oder dem harten Boden Statt, in einem einigermaßen gut angelegten Feuerraum aber niemals mehr.

Auf dem Rost liegt der Brennstoff ausgebreitet; durch die Zwischenräume seiner Stäbe, die Rostspalten, zieht die Luft vermöge der Zugströmung ein und unterhält die Verbrennung. Es ist also erste Bedingung für die Güte eines Rostes, daß er genug Fläche oder Ausdehnung habe, um die Brennstoffmasse in nicht zu dicken Lagen aufnehmen zu können. In dieser Hinsicht hat man für praktisch gefunden, für Steinkohlen backender Qualität 1 Quadratfuß (0,0985 Quadratmeter) für jede 12 Pfund zu geben, die in einer Stunde verbrannt werden sollen. Wenn der Rost kleiner wäre, so müßte, um dasselbe Quantum in der gleichen Zeit zu verbrennen, die Lage höher sein, wodurch die Schicht für die Luft undurchdringlicher würde. Auch kann sich in diesem Falle, wenn der Kesselboden nicht sehr hoch über dem Roste liegt, die Flamme nicht gut entwickeln und concentriren.

Die Summe der Oeffnungen (Rostspalten) wird in der Regel für Steinkohlen zu $^1/_4$ der ganzen Rostfläche genommen. Holz und Torf bekommen engere Oeffnungen, nämlich $^1/_5$ bis $^1/_7$.

Für Steinkohlen, wenn sie rein ausbrennen und nicht unverbrannt durch den Rost fallen sollen, dürfen die einzelnen Spalten nicht breiter als $^1/_2$ Zoll sein. Wenn nun die Oeffnungssumme $^1/_4$ der ganzen Rostfläche ausmachen soll, so bleiben $^3/_4$ für die Stäbe oder ein Stab wird dreimal so breit als die Oeffnung, für obige Breite der Spalte also $1^1/_2$ Zoll. Diese Breite reicht aus für die längsten gußeisernen Roststäbe, die bis zu $4^1/_2$ Fuß Länge genommen werden können. Den kürzeren Stäben gibt man weniger Breite (Dicke), d. h. etwa bis zu 1 Zoll; dabei wird der Zwischenraum 4 Linien, unter welches Maß man für Steinkohlen, die nicht sehr rein sind oder noch Schlacken erzeugen, nie gehen soll. In allen Fällen ist es besser, möglichst schmale Roststäbe anzuwenden. Denn

die brennende Masse wird dabei viel mehr von der Luftströmung getroffen, als wenn sie träge auf dem breiten Stabe liegt. Ein anderer Vortheil ist, daß, wenn nun einzelne Stäbe verbrennen oder unbrauchbar werden, deren Ersatz weniger kostspielig ist.

Wir haben in dem Roste eines Dampfkessels bei einer Sägemühle statt der früheren 13 Stäbe 19 schmälere eingelegt und dabei erreicht, daß alle Sägespäne der Mühle bei gleichbleibender Dampferzeugung verbrannt werden konnten, was früher nicht möglich war.

Bei Holzfeuerung können $^1/_4$zöllige Oeffnungen gelten. Für Torffeuerung richtet man den Rost am besten so ein, daß er breite Stäbe und wegen der meist bedeutenden Asche auch breite Oeffnungen bekommt, siehe Fig. 82. Weil nämlich der Torf in ziemlich festen und großen Stücken ins Feuer kommt, so fällt davon wenig durch die weiten Spalten; und da er sich locker zusammenlegt, so verträgt er auch breitere Stäbe.

Erdige, staubige Braunkohlen, die nicht zu Klötzen geformt sind, verbrennt man auf $^1/_2$ bis $^3/_8$ Zoll breiten Stäben, die $^1/_6$ bis $^1/_8$ Zoll breite Spalten lassen. Einzelne wählen für Braunkohlen dieser Art noch schmälere, nämlich $^3/_8$ Zoll breite Stäbe bei 2 Linien Spaltenweite.

Erdige Braunkohlen in Klötzen geben viele Asche und Schlacken; sie bekommen $^3/_4$ bis 1 Zoll breite Stäbe und 4 bis 6 Linien breite Spalten. Für die Braunkohle, welche sich dem Holze im Aeußern nähert, also für die Lignite, hat man sich mit dem Rost ähnlich zu verhalten, wie beim Holzfeuer.

Im Winter darf man bei Feuerungen aller Art die Rostspalten enger lassen, als in den schwülen Monaten, wo das Einströmen der Luft nicht so heftig erfolgt.

Was die Größe der Rostfläche angeht, so muß sich dieselbe nach der zu erzeugenden Dampfmenge und nach dem Brennmaterial richten. Nach Redtenbacher ist die Rostfläche R in Quadratmeter zu nehmen:

$$R = \frac{N}{10} = \frac{\mathfrak{S}}{50} = \frac{\mathfrak{H}}{250},$$

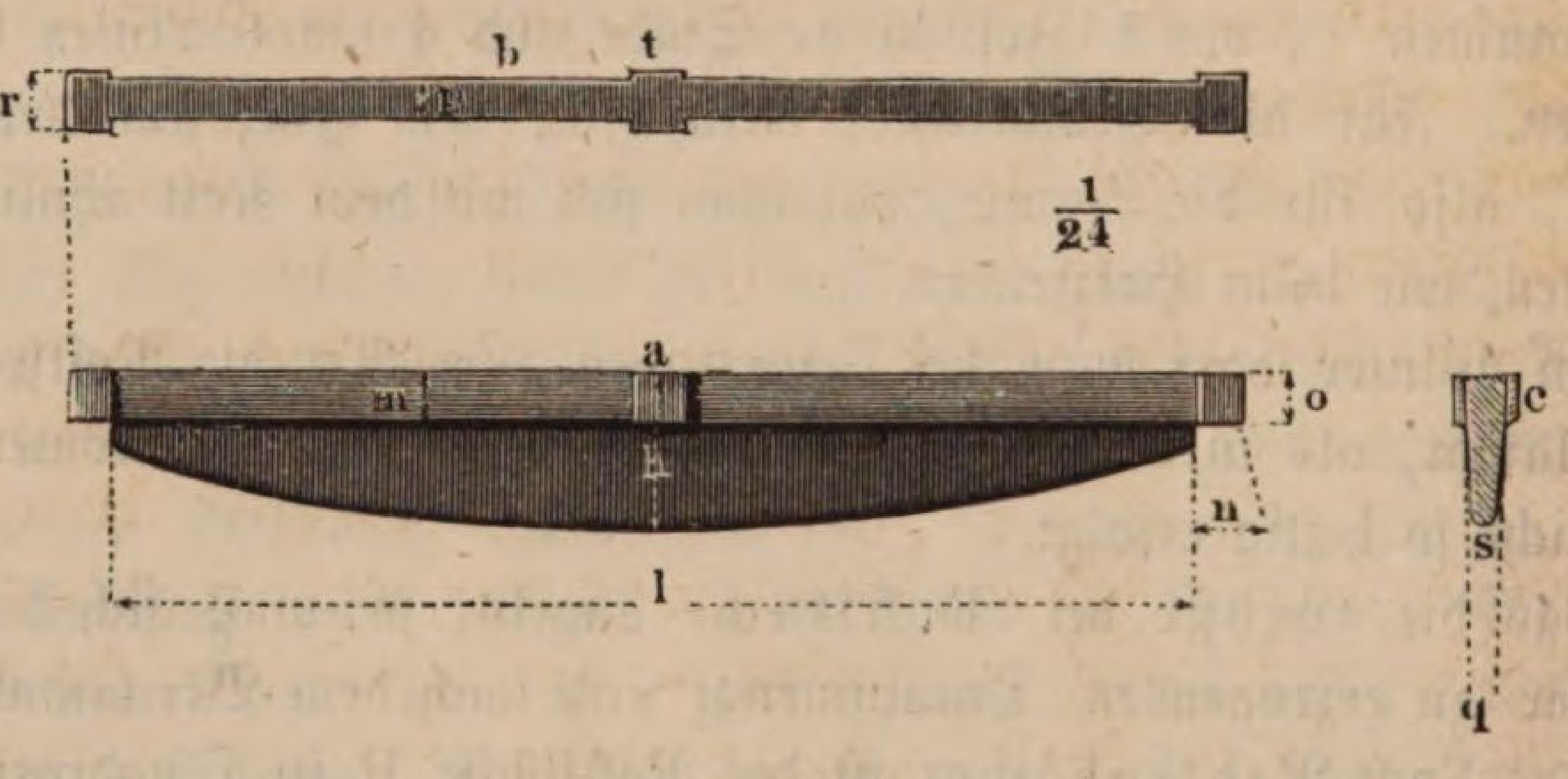
wenn unter N die Leistungsfähigkeit des Kessels in Pferdestärken,

unter S die Steinkohlenmenge in Kilogrammen und unter H die Holzmenge in Kilogrammen verstanden wird, die pr. Stunde auf dem Rost verbrannt werden sollen.

44. Wir geben dem Gußeisen den Vorzug zu Roststäben solcher Feuerungen, bei welchen die Verbrennung immer gleichmäßig fortgeht, und wo das Feuer mit Sorgfalt gewartet wird. In anderen Oefen, z. B. den Flammöfen zum Eisenhüttenbetrieb, sind die schmiedeisernen Stäbe dienlicher. In den meisten Dampfkesselöfen, die wir zu erbauen Gelegenheit hatten, haben sich gußeiserne Stäbe 6 bis 8 Jahre erhalten, und wurden vielleicht jährlich zwei bis drei neue eingesetzt, welche meist nur die aus Unvorsichtigkeit zerbrochenen ersetzen mußten. Damit ein gußeiserner Rost gut halte, ist erforderlich, daß er passend und stark construirt, von geeignetem Eisen sei und gut unterhalten oder geschont werde.

Fig. 31 stellt einen Roststab dar, welcher zu einer Feuerung wie in Fig 50 gehört, *a* Längenansicht, *b* obere Ansicht, *c* Querschnitt. Man erhält einen guten Roststab, wenn man aus seiner gegebenen Länge *l* die übrigen Dimensionen nach den folgenden Verhältnissen bestimmt:

Fig. 31.



$h = \frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{7}\, l$; $n = \frac{1}{3}\, h$;

$m = \frac{1}{4}\, h$; $o = \frac{1}{4}\, h$;

$r = \frac{4}{3}\, q$;

$q = \frac{1}{2}''$ bis $1\frac{1}{2}''$; $s = \frac{1}{3}\, q$.

Wenn l mehr denn 28″ beträgt, so mache man die Verstärkungen t in der Mitte so breit wie r und so lang wie n. Die Seitenflächen sollen convergiren, d. h. die Dicke sich verjüngen, wie die Punktirung (bei c) zeigt, so daß Aschen- und Schlackentheile sogleich frei werden und herunterfallen können, sobald sie die engste Stelle, oben auf dem Roste, passirt haben.

Die Eisensorte zu den Stäben kann von schlechtester Qualität sein, die man sonst zu Maschinenguß gar nicht verwenden kann; der Bruch soll sich dem des weißen Eisens nähern. Durch rasches Zusammenschmelzen von alten Gußwaaren verschiedener Qualität erhält man gewöhnlich das geeignetste Material zu Roststäben. Nur ist darauf zu sehen, daß die obere Fläche der Stäbe rein, also frei von Blasen sei, sonst backen die Kohlen leicht fest und fressen die Stäbe an. Die Eisengießer sind gewöhnt, die Stäbe nach Fig. 27 a, die beiden Endpunkte in die Horizontale gelegt, in den Unterkasten einzusetzen. Dieses bringt nothwendig Unreinigkeiten auf die obere Fläche; besser ist es, die Stäbe flach einzulegen, oder ihnen wenigstens bei der ersten Einlegeart eine kleine Neigung beim Gießen derselben zu geben.

Die Dauer des Feuerrostes kann dadurch sehr verlängert werden, daß das Heizen ganz nach den Vorschriften im Kapitel III. geschieht, der Rost aber vor allen Dingen stets rein, die Rostspalten offen gehalten werden.

Man gibt oft den Stäben oben eine Hohlkehle oder rundliche Furche, deren Zweck ist, Asche aufzunehmen, welche als schlechter Wärmeleiter den Stab vor der zu starken Einwirkung der auf ihm brennenden Kohlen schützen soll. Fig. 32 zeigt einen solchen Querschnitt. Wir halten dieses für die Erhaltung eines Rostes für gut, aber nicht für unumgänglich nöthig.

Fig. 32.

t



$\frac{1}{6}$

Fig. 33.



Fig. 33 zeigt den Querschnitt eines Roststabes neuerer Art, dem die oberen Kanten gebrochen sind. Diese gebrochenen Kanten und die obere Fläche sind blank abgeschliffen und es sollen derartige Stäbe sich gut be-

währen. Sie gestatten der Luft, sich leicht zu verbreiten, und werden eben wegen der Reinheit jener Flächen nicht leicht angegriffen und zerstört. Manche treiben das Abschrägen noch weiter bis zu einer vollständigen dachförmigen Profilirung, eine Construktion, welche derjenigen in Fig. 32 gerade entgegengesetzt ist. Man will dem Glattschleifen eine besondere Wirkung zuschreiben.

45. Fig. 34 u. 35 zeigen zwei neuerdings sehr häufig anzutreffende Roststabformen; die Fältelung des ersteren und die Zähnelung des

Fig. 34.

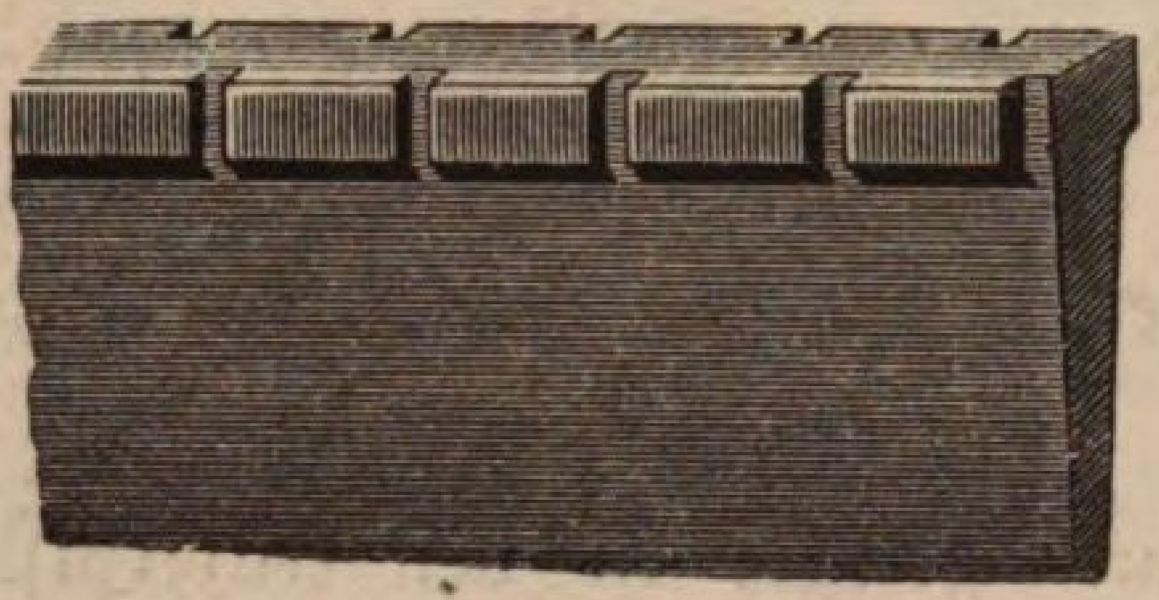
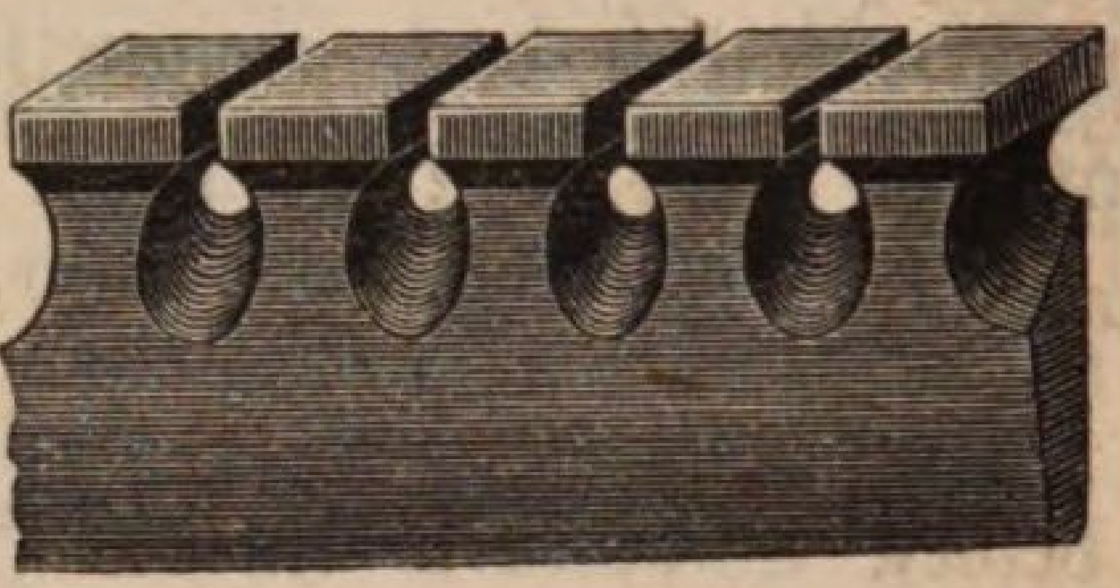


Fig. 35.



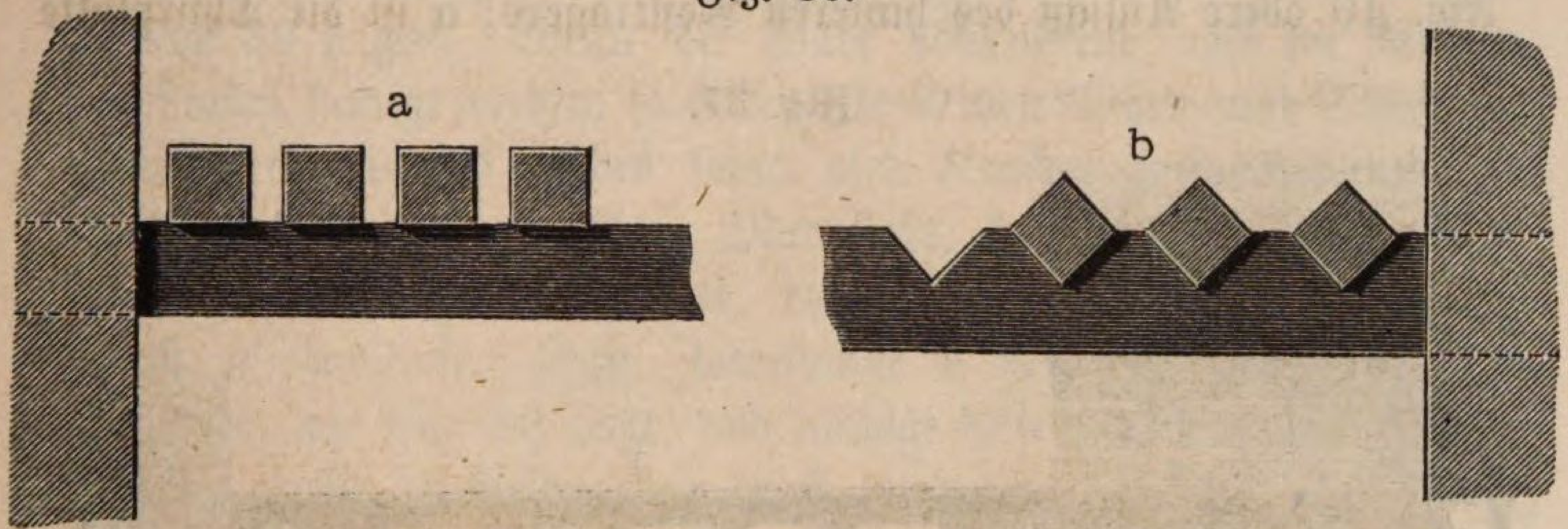
zweiten haben vor allem die Wirkung, daß ohne Spaltenverbreiterung, also ohne Verlust an kleinen Brennstofftheilchen, eine weit größere Luftmenge, als bei dem Stabe mit geradem und plattem Rücken dem Feuer zugeführt wird. Hierdurch wird die Verbrennung des Rauches begünstigt, überhaupt bei vielen, namentlich dicht auftragenden Kohlensorten eine günstigere Verwerthung des Brennstoffes erzielt.

Wenn die Rostlänge mehr denn $4^1/_2$ Fuß beträgt, so muß man zwei Reihen von Stäben nehmen, also in der Mitte wiederum einen Träger anbringen. Dieser Mittelträger soll ein gespaltener sein, welcher zwischen den Köpfen der beiden Rostablagen Luft einströmen läßt. — Ein Rost von 6 Fuß Länge ist schon schwer zu beschicken und das Feuer nicht gut darauf zu halten. Diejenigen von 6, höchstens 7 Fuß sind also die längsten anwendbaren.

46. Schmiedeiserne Stäbe wendet man an in quadratischer Querschnittform von 1 bis $1^1/_4$ Zoll Seite. Sie sind flach einzulegen, wie in Fig. 36 *a*, niemals aber verschoben, wie Fig. 36 *b* zeigt. Denn es muß für letztere Einlegeart einmal das Auflager besonders vorgerichtet werden, dann aber auch hindert dieselbe gar zu sehr das Abfallen der Schlackentheile, die den Rost alsbald verstopfen. Man soll geschmiedeten Stäben alle 2′ eine Unterstützung geben.

Für Lokomotiven und Dampfschiffe werden eigens Roststäbe oder Roststabeisen im Trapezquerschnitt gewalzt.

Fig. 36.



Es ist gut, wenn die quadratischen schmiedeisernen Stäbe alle paar Tage oder täglich gewendet werden, z. B. die unten gelegene Seite oben u. s. f. Denn sie werfen sich immerhin etwas krumm, und dieses wird durch das Umlegen aufgehoben. Schmiedeiserne wie gußeiserne Roststäbe müssen lose auf den Trägern liegen, d. h. der Länge und Breite nach nicht gespannt sein, weil sie sich in der Hitze stärker ausdehnen, als die steinernen Wände des Ofens, in denen die Träger ruhen. Wo dieses nicht beobachtet wird, da biegen sich gußeiserne Stäbe seitwärts aus und die schmiedeisernen nehmen alle möglichen Krümmungen an. Nach genauen Beobachtungen von Dr. Brix behalten die gußeisernen Roststäbe, einmal im Feuer gewesen, eine bleibende Verlängerung von 2 bis $3^3/_4$ Procent, gehen also beim Erkalten nicht wieder auf die ursprüngliche Länge zurück. Er räth aus diesem Grunde und wegen der jedesmaligen Ausdehnung der Stäbe an, diesen auf jeden Fuß ihrer Länge von vornherein $^1/_8$ Zoll Spiel zu geben.

Man macht bei mancherlei Holzfeuerungen, z. B. Töpferöfen, die Roste aus Stein. Weil dieses Material aber nie bei Kesseln angewandt wird, so braucht auch hier nicht die Rede davon zu sein.

47. Wir haben für kleine Feuerungen, d. h. bei Kesseln bis zu 6 bis 8 Pferdestärken, die beweglichen oder Schüttelroste sehr gut gefunden, und rathen deren Anwendung an. In den Figuren 37 bis 40

folgen hier die Details eines solchen. Fig. 37 Längendurchschnitt; Fig. 38 Ansicht des vorderen Rostträgers von innen gesehen, mit Weglassung der Roststäbe; Fig. 39 Vorderansicht eines Roststabes; Fig. 40 obere Ansicht des hinteren Rostträgers; *a* ist die Thürplatte

Fig. 37.

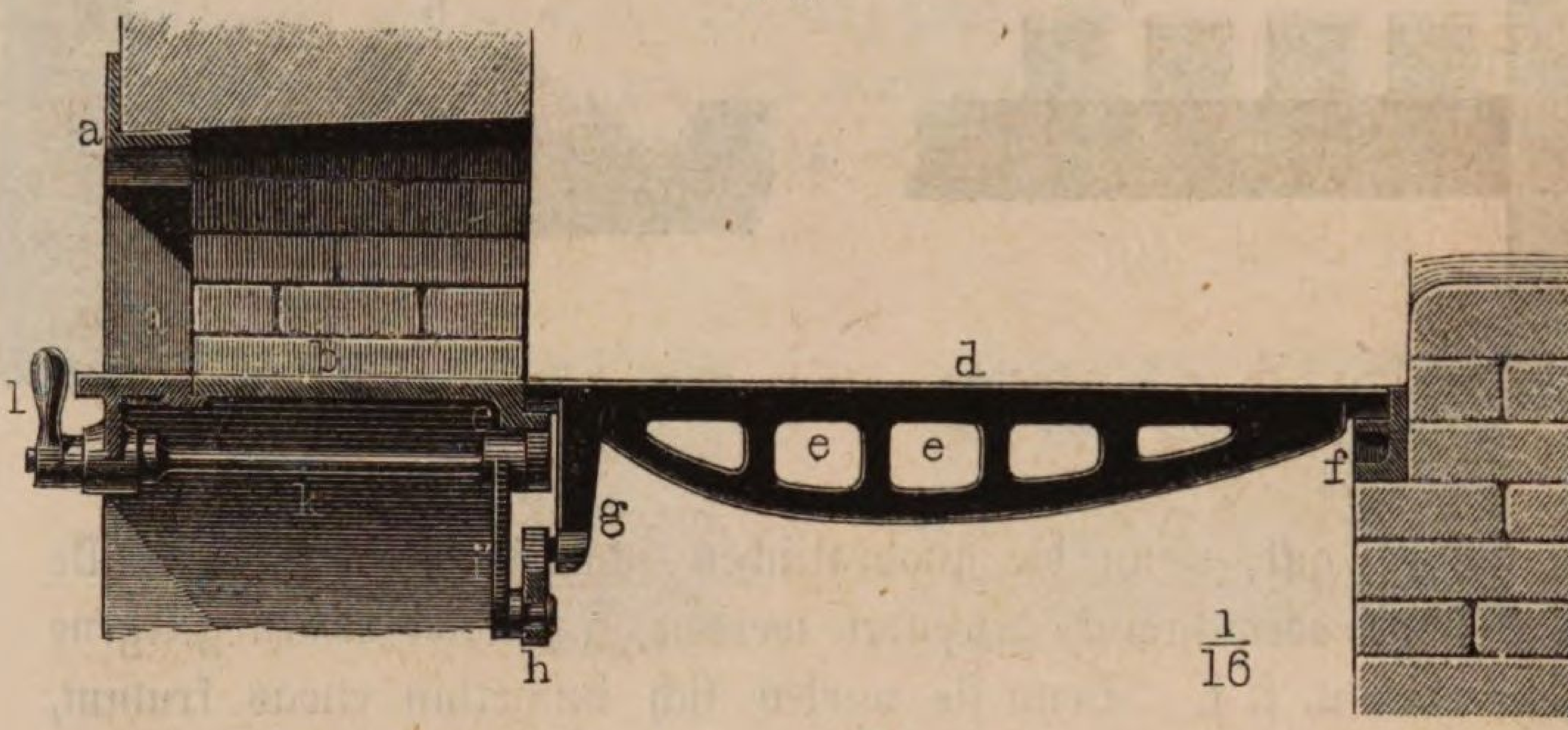


Fig. 38.

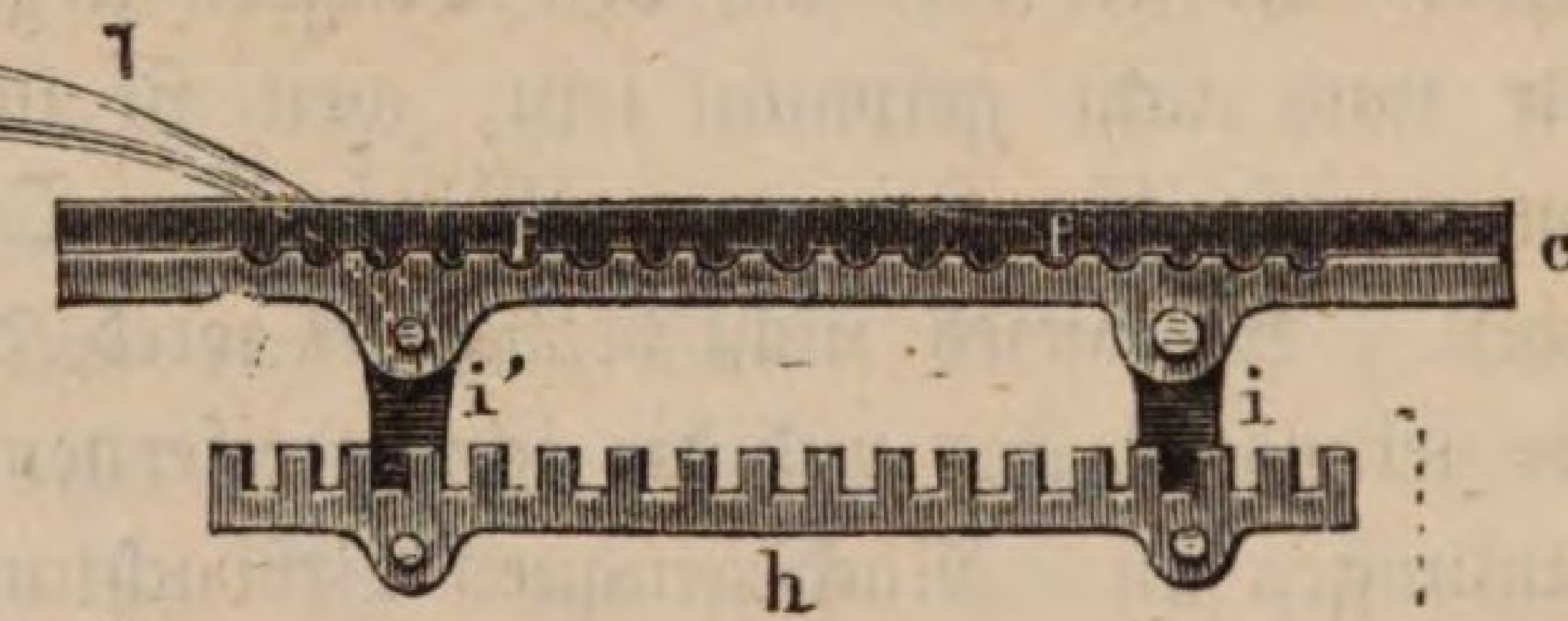


Fig. 39.

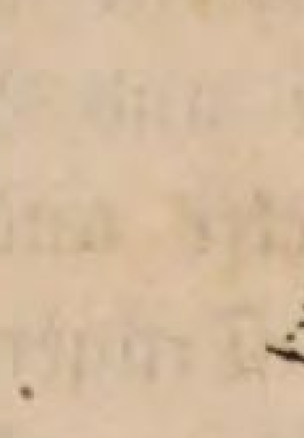
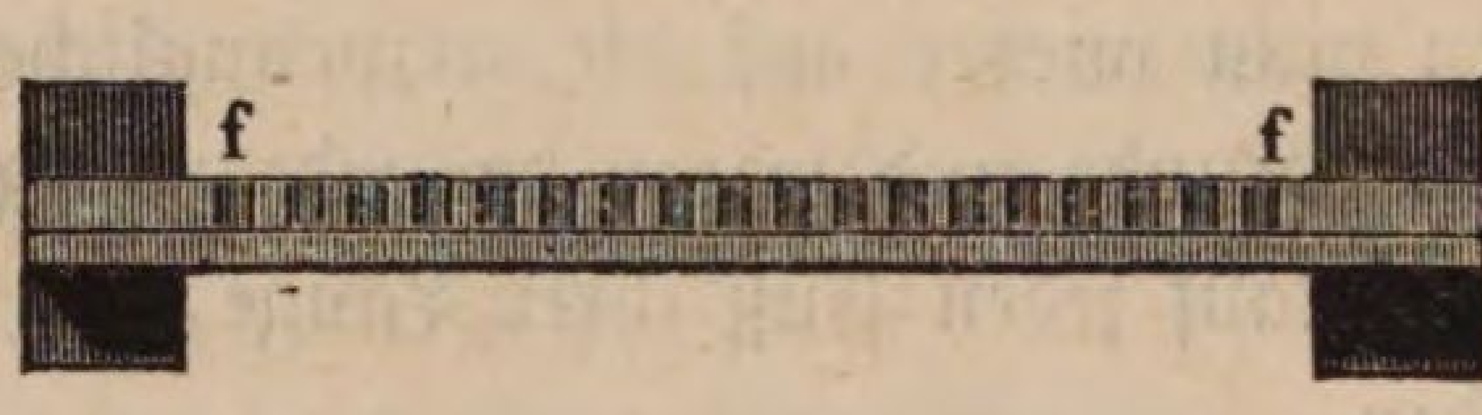


Fig. 40.



(Vorstellplatte des Ofens), *b* die Feuerplatte, an welche der vordere Rostträger *c* angegossen ist, *d* ein Roststab, der durchbrochen, nämlich mit sechs Lücken *e*, *e* gegossen ist. (Stäbe von dieser Form bewähren sich auch für feste Roste, sie sind stark, und die Luft kühlt sie noch besser ab, als die voll gegossenen.) Hier ist der Zweck des Durchbrochengießens zunächst der, Leichtigkeit der Stäbe zu erlangen. Das Auflager

der Stäbe ist nach unten halbcylindrisch gerundet (Fig. 39) und ruht in eben solchen Vertiefungen *ff* der Träger. Dadurch ist es möglich, die Stäbe pendelartig hin und her zu bewegen, wie es die Punktirungen in Fig. 39 zeigen. Wenn die Stäbe abwechselnd nach der Rechten und Linken bewegt werden, so fallen alle kleinen Aschen- und Schlackentheile durch, und es werden sogar viele Krusten zerbröckelt und dadurch der Rost klar gemacht. Man sieht, daß jeder Stab vorn eine besondere Verlängerung *g* hat, deren Ende in einen cylindrischen Wulst *g'* ausläuft. Eine Zahnstange *h* verbindet sämmtliche 17 Roststäbe, wie Fig. 38 zeigt, und nöthigt dieselben, beim Schwingen immer parallel zu bleiben; sie selbst wird getragen durch zwei Hebel *ii'*, wovon der eine, *i*, zwischen Knaggen drehbar befestigt, lediglich zum Tragen, der andere, *i'*, aber gleichzeitig zum Bewegen der Stange dient. Zu dem Zwecke sitzt er auf der Spindel *k*, die außen den Hebel oder die Handhabe *l* trägt. Wird diese auf- und abbewegt, so schiebt sich die Zahnstange hin und her, und die Stäbe nehmen abwechselnd die Lagen in Fig. 39 an.

Der hier gezeichnete Rost gehört zu dem Kessel einer Dampfmaschine von 4 Pferdestärken; es werden auf demselben in der Stunde 36 bis 40 Pfund Steinkohlen verbrannt.

48. Die bisher besprochenen Roste zu neigen, und zwar hinten tiefer zu legen, hat nur den Vortheil, daß der Wärter besser sehen kann, ob der Rost verstopft oder offen ist. Da aber überhaupt jedes Kesselfeuer unter gewöhnlichen Umständen hinten schlechter brennt als vorn, weil dort der Rost nie so rein gehalten wird, so können wir es nicht für gut finden, den Rost noch so zu legen, daß beim Schüren die meisten Kohlen dorthin gerathen. Denn bei geneigten Rosten ist meistens doch die Kohlenschicht oben horizontal, also hinten viel höher als vorn, was immer ein schlechtes Verbrennen mit sich führt.

Dagegen haben sich zur nutzbaren Verwendung von nicht backenden Gruß- und Staubkohlen, von holziger und „klarer" (feiner) Braunkohle, von Torf und Torfklein die sogenannten Treppenroste, d. h. stark geneigte, aus querliegenden, treppenstufenartig geordneten Stäben gebauten Roste mit Fülltrichter sehr wohl bewährt. Diese finden immer mehr Anwendung und sind bereits für viele Industriezweige, denen nur jene weniger guten Brennstoffe

billig zu Gebote stehen, unentbehrliche Hilfsmittel für den Verbrauch eben dieser Brennstoffe geworden. Wir geben davon in den Figuren 41 bis 48 Darstellungen der gebräuchlichsten und bewährtesten Arten.

Fig. 41 Vorderansicht, Fig. 42 Längendurchschnitt eines Treppen-

Fig. 41.

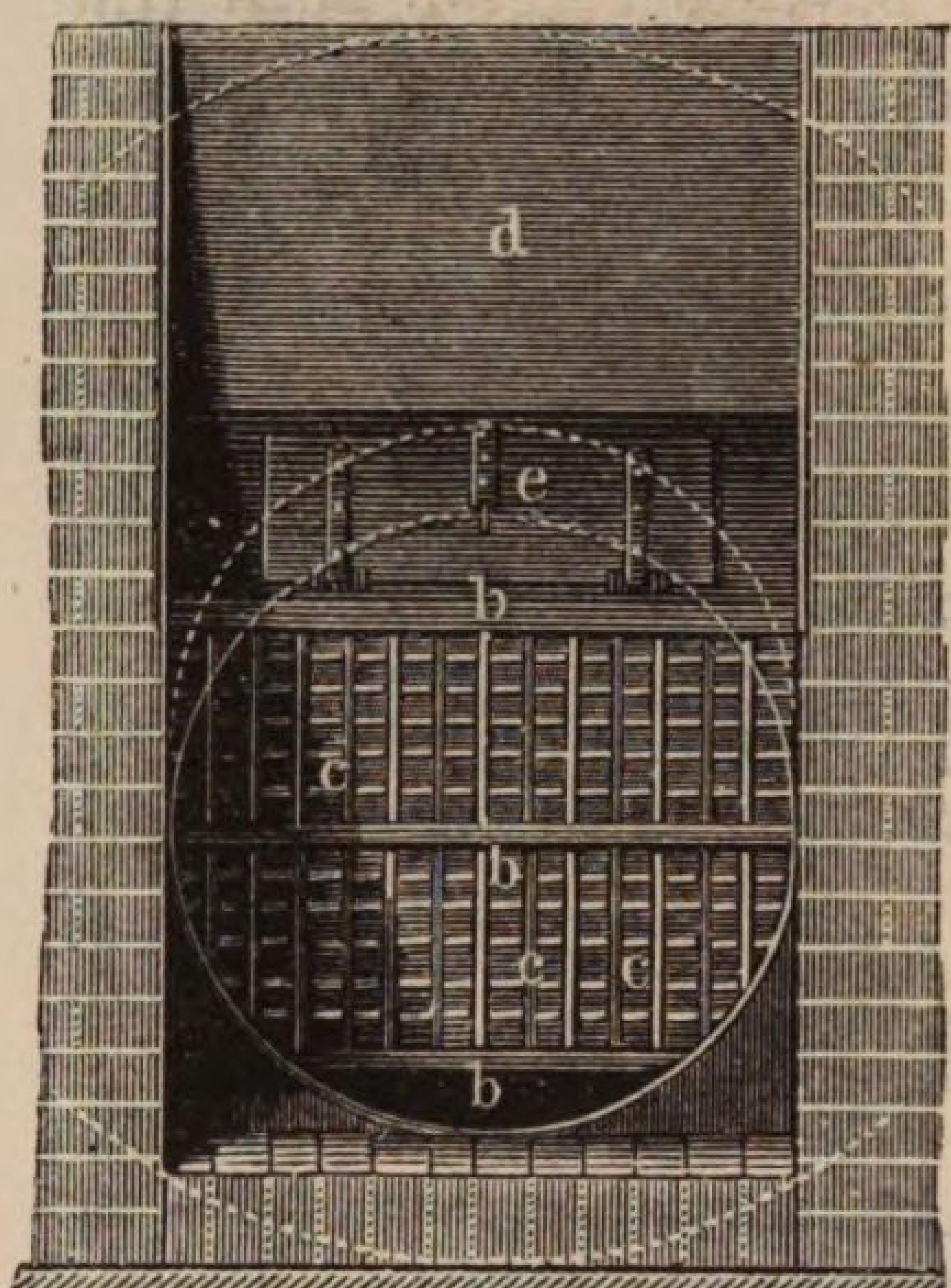
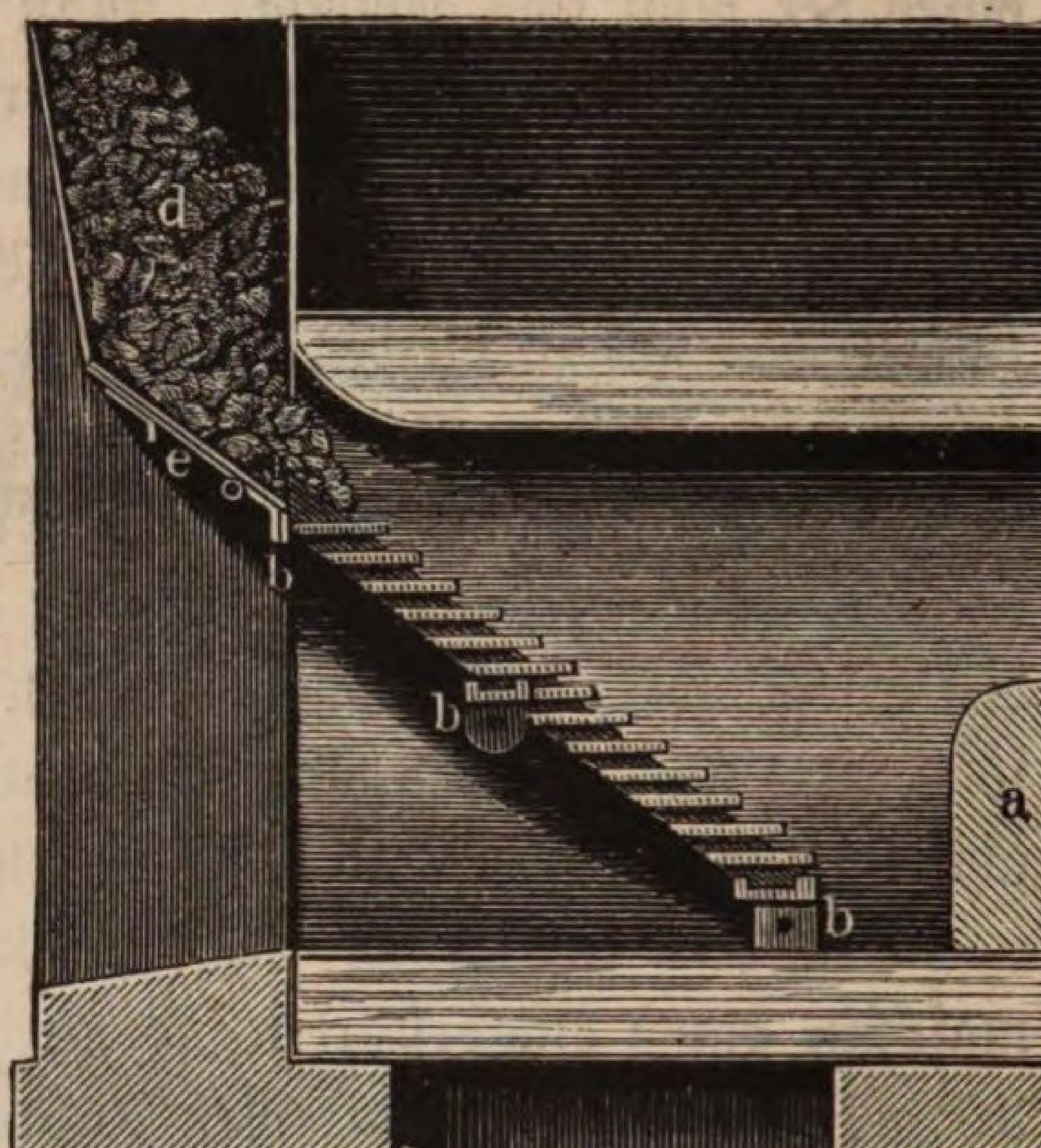


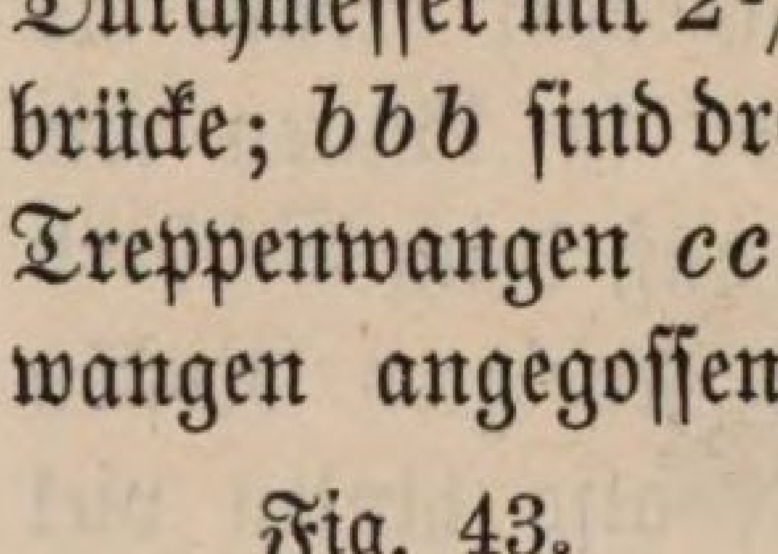
Fig. 42.



$\frac{1}{32}$

rostes für staubige Braunkohle zu einem Dampfkessel von 5 Fuß Durchmesser mit $2^1/_2$ Fuß weitem Feuerrohr. In demselben ist *a* Feuerbrücke; *b b b* sind drei horizontale Träger, auf und an welche sich sieben Treppenwangen *c c* legen. Die Roststäbe sind kurze, an die Treppenwangen angegossene Stufen, wie Fig. 43 zeigt. Der Neigungswinkel des Rostes beträgt hier 45⁰. Meistens wird für Braunkohlen eine Neigung von etwa 38⁰, für Steinkohlen backender Art 45⁰ gut befunden. Die Beschickung des Rostes geschieht durch Eintragen der Kohle in den Fülltrichter *d*, aus welchem sie nach Maßgabe der unten fortschreitenden Verbrennung hinabsinkt. Zum Ausräumen der Asche ist zwischen dem untersten Träger *b* und der Rohrwand Raum gelassen; behufs des Anzündens des Feuers hat der Fülltrichter bei *e* eine Klappthür.

Fig. 43.



49. Fig. 44 Vorderansicht, Fig. 45 Längendurchschnitt des Rostes einer Feuerung zu einem 18 pferdigen Kessel *a* mit Vorwärme-

Fig. 44.

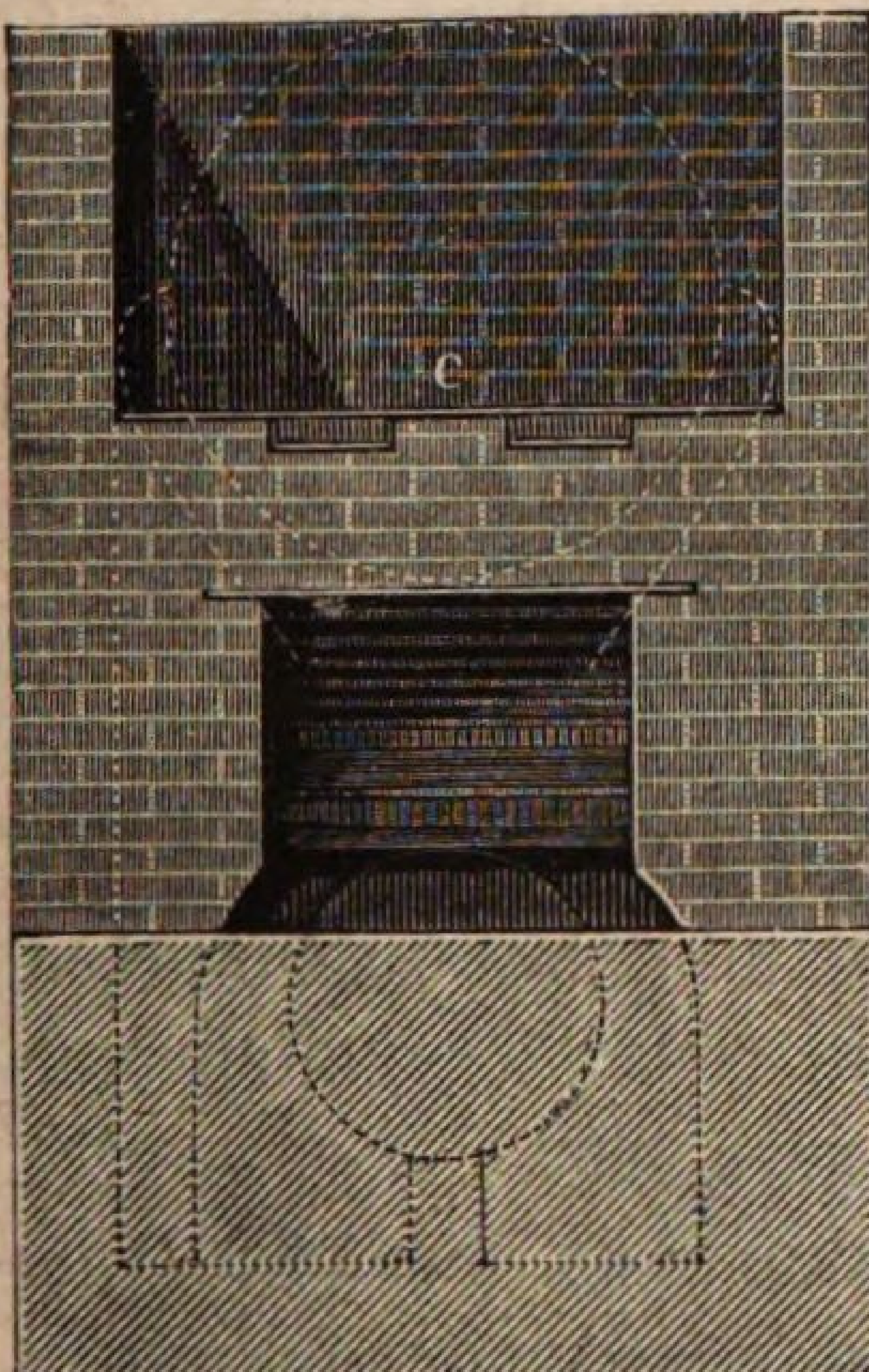
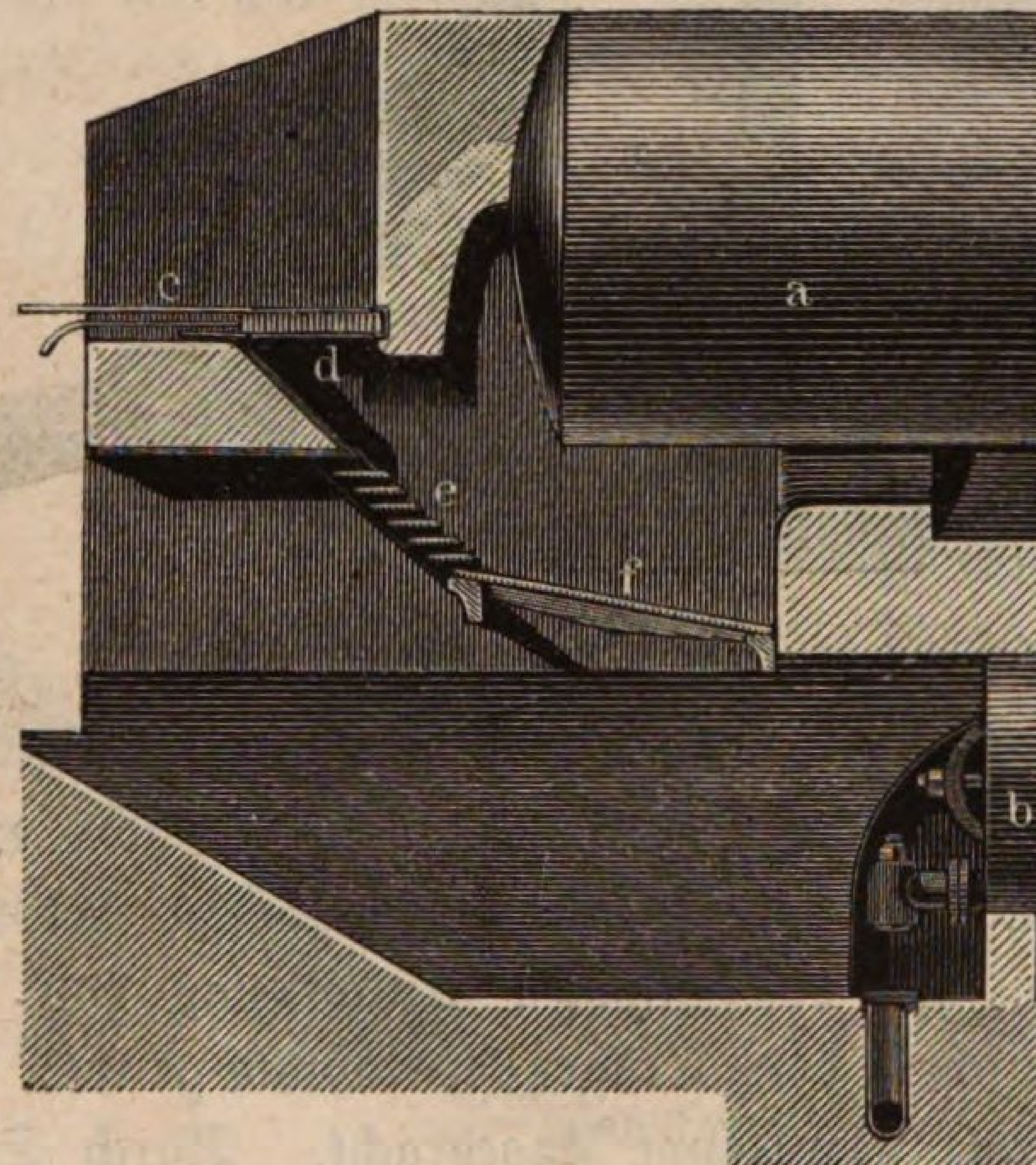


Fig. 45.

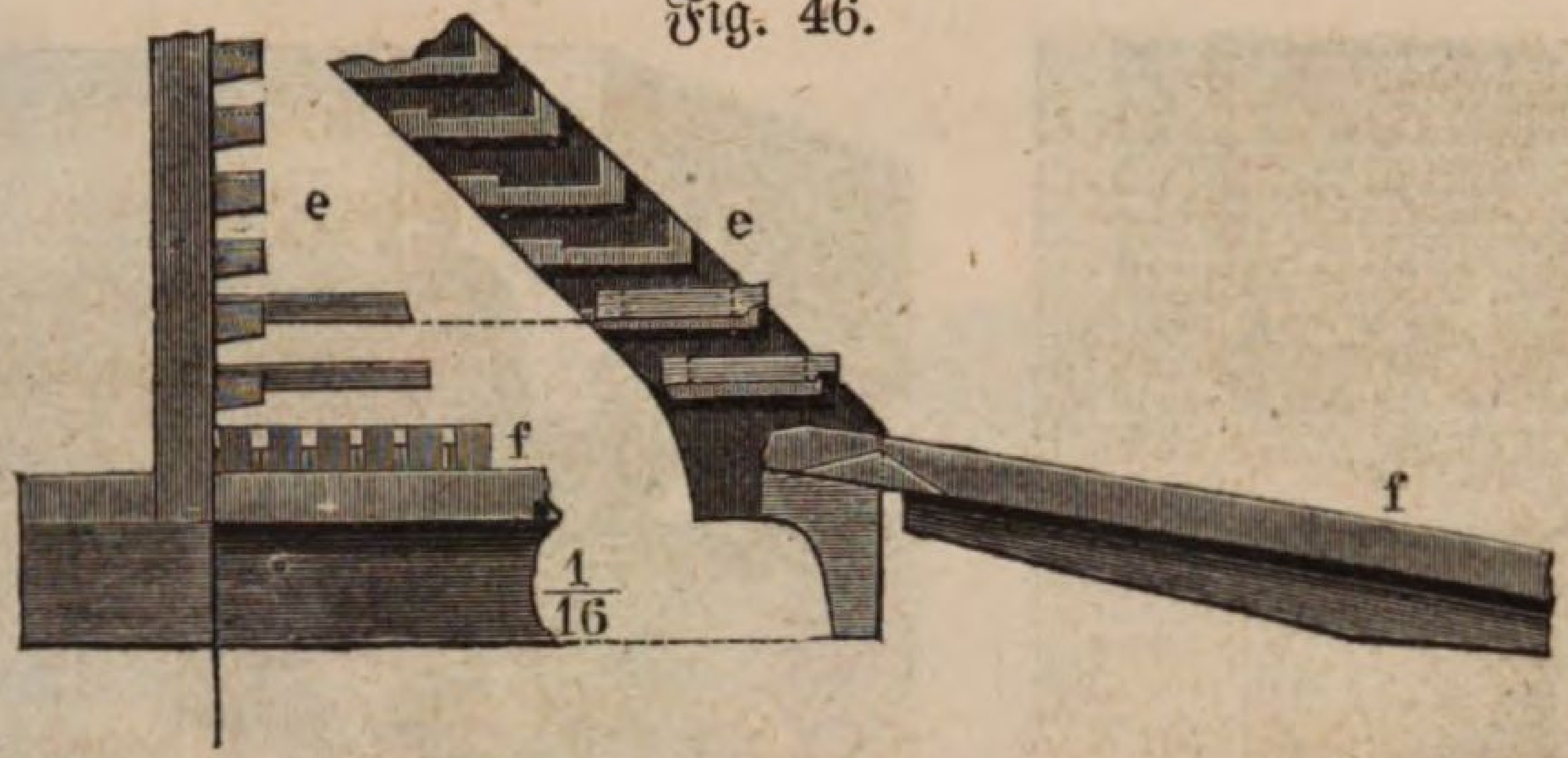


rohr *b*. Fig. 46 zeigt den Rost in größerem Maßstabe. *c* Schürplatte, welche bei *dd* zwei durch Schieber verschließbare Oeffnungen hat; auf diese wird das Brennmaterial, Torf, Braunkohle, aufgetragen und von da durch die Schürlöcher *dd* nach Bedürfniß auf den Rost fallen gelassen. Der Rost besteht aus zwei Theilen, aus dem Treppenrost *e* und dem geneigten Barrenrost *f*. Auf ersterem und durch dessen Spalten bekommt das Brennmaterial hinreichend Luft zur Verbrennung der Masse von Gasen, welche sich anfänglich daraus entwickeln. Der untere Rost (Schlackenrost) dient zum gänzlichen Durchbrennenlassen und Aufzehren der weniger flammenden, sondern mehr glühenden Masse. Der Treppenrost ist hier, abweichend von dem in Fig. 43, so eingerichtet, daß sich die Roststufen einzeln herausnehmen lassen (Fig. 46 a. f. S.). Zwischen dem Schlackenroste und der untersten Roststufe ist so viel Raum gelassen, daß man mit einem Schüreisen (Haken) durchfahren, etwaige Schlacken zerreißen und hervorziehen, überhaupt den Rost gut säubern kann.

Die Flamme zieht bei der vorliegenden Feuerung unter dem

Hauptkessel nach hinten, fällt dort in den linksseitigen Zugkanal des Vorwärmerohrs, und biegt vorn wieder um, um durch den rechtsseitigen Kanal nach dem Schornstein zu gehen.

Fig. 46.



Das Steingewölbe über dem Roste ist möglichst herabzuziehen, damit es recht heiß werde und die vom eintretenden Brennstoffe entwickelten Gase erhitze, also rauchfrei verbrennen lasse.

Zur vollständigen Entfernung von Asche und Schlacken wird zwischen dem Träger der Stäbe *f* und der Feuerbrücke eine gitterartige Rostklappe angebracht. Durch Senken derselben entsteht auf der ganzen Rostbreite eine circa 4 Zoll breite Oeffnung.

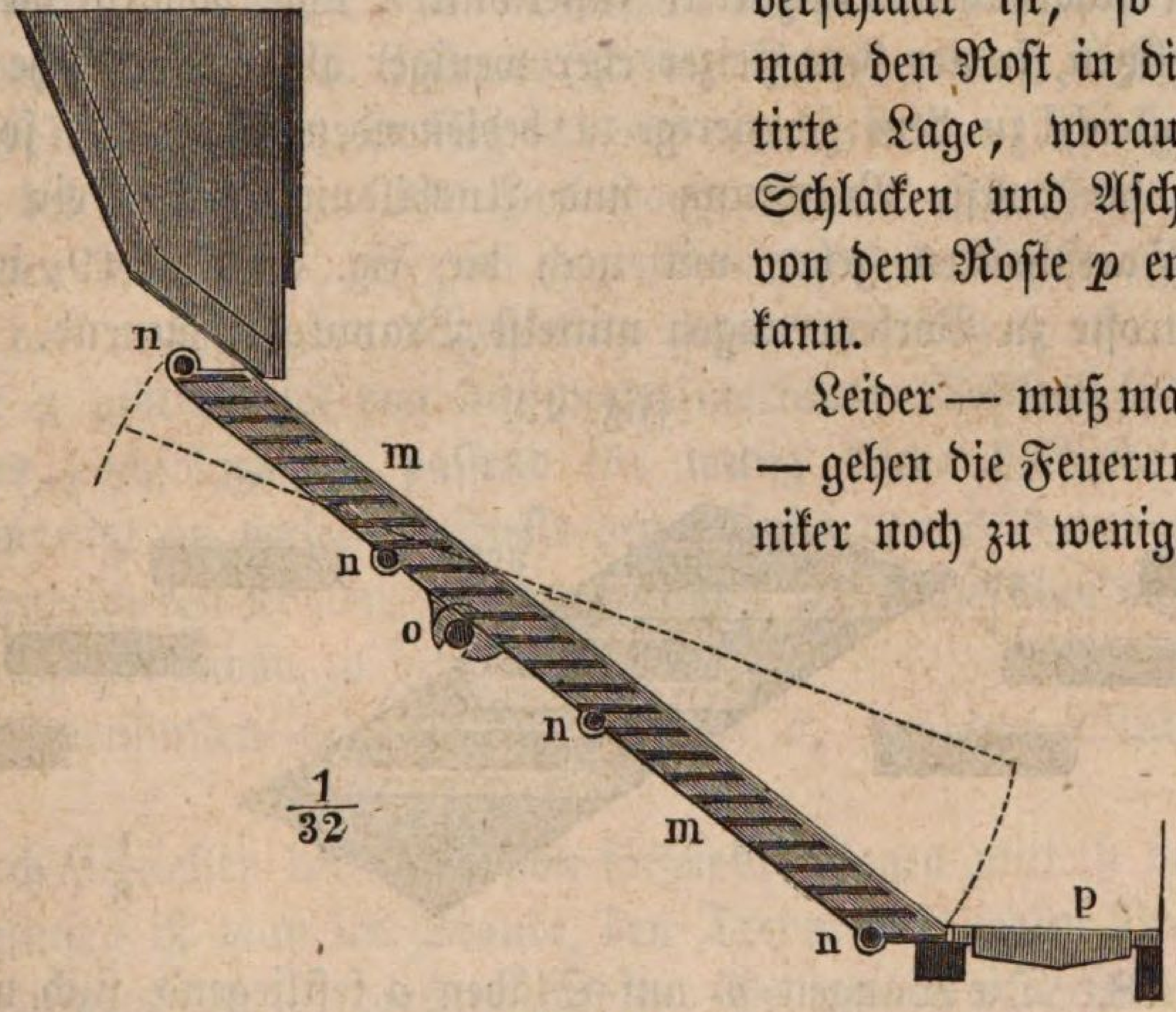
Solche Feuerungen, zur Verbrennung geringer Torf- und Braunkohlensorten verwandt und vor die Dampfkessel Fig. 50 und 51 gelegt, zeigten sich sowohl überhaupt ökonomisch, als auch rauchfrei, und zwar letzteres in der Art, daß, obschon die Feuerungen fortwährend im Betriebe waren, wegen nicht rauchender Esse ein Stillliegen der Fabriken von den Umwohnern vermuthet wurde.

50. Für stark backende und ebenso für schlackenreiche Brennstoffe sind die Treppenroste weniger geeignet. In den Fällen der Anwendung bei solchen muß man die Treppenroste entweder kippbar machen wie Fig. 47, oder die Einrichtung Fig. 48 treffen; immerhin empfiehlt es sich aber, ebengenannte Eigenschaften der Brennstoffe durch Zumischung anderer zu verändern.

Auf einem richtig construirten Treppenroste ist das Brennmaterial fast in steter Bewegung, daher auch kein Zusammenbacken großer Krusten. Dennoch setzen sich leicht solche an den Chamottewänden des Ofens fest und beschädigen diese.

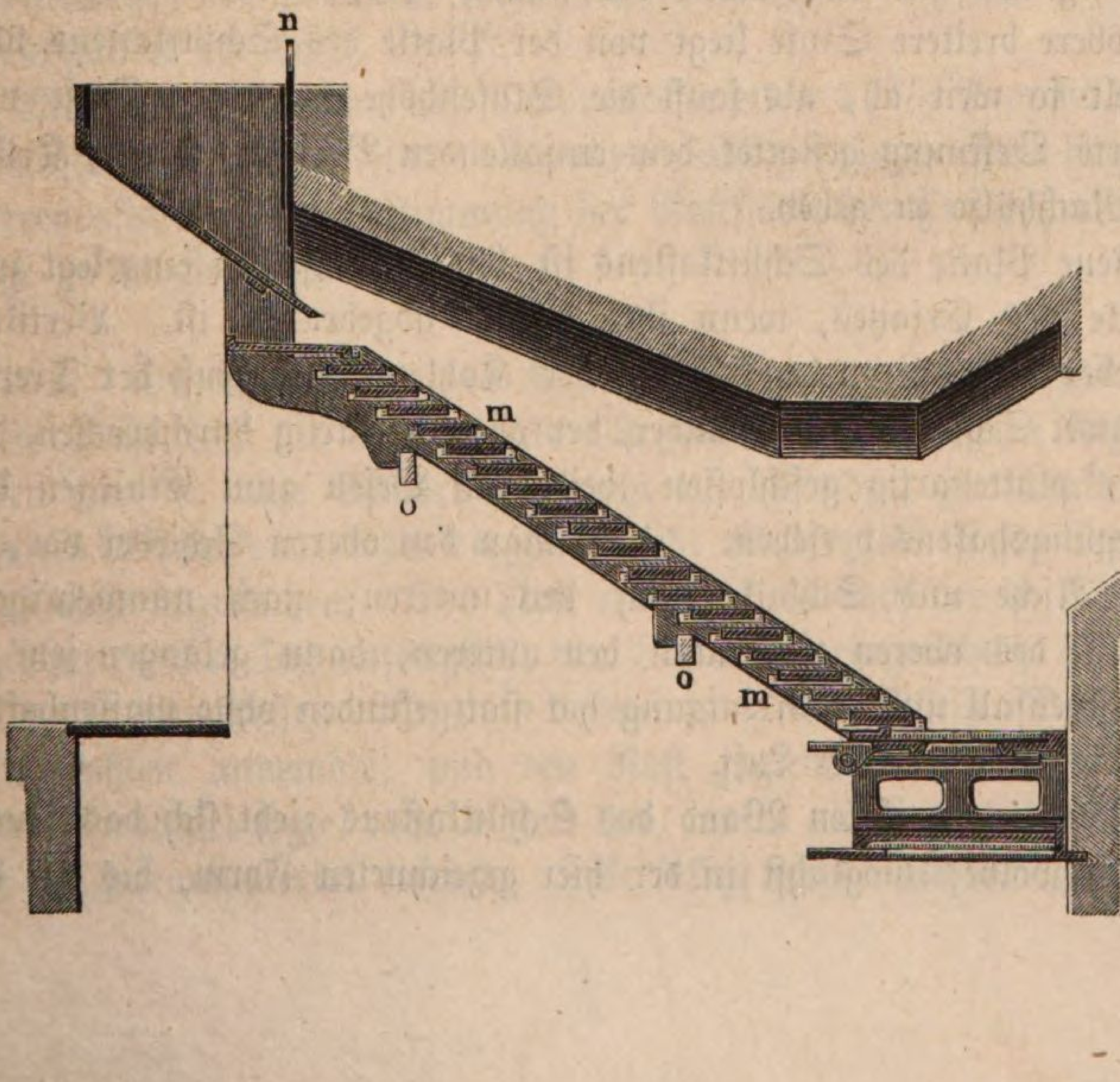
In Fig. 47 sind die Wangenstücke *m* durch Stehbolzen rahmenartig verbunden, dieser Rahmen auf einem Rundstab *o* drehbar gelagert. Wenn das Feuer verschlackt ist, so bringt man den Rost in die punktirte Lage, worauf man Schlacken und Asche leicht von dem Roste *p* entfernen kann.

Fig. 47.



Leider — muß man sagen — gehen die Feuerungstechniker noch zu wenig daran,

Fig. 48.



die Treppenroste oder getreppten Planroste mit ununterbrochener Aufschüttung des Brennstoffes herzurichten. Denn da sie für bestes und geringstes Brennmaterial (staubige Kohle) anwendbar sind, ohne jeglichen schädlichen Luftzutritt functioniren und dadurch die Kessel selbstschützen, ferner dem Heizer eher weniger als mehr Mühe machen im Vergleich zu dem schwierig zu bedienenden Planroste, so verdienen sie die vollste Beachtung und Ausbildung. Als ein Zeichen solchen Fortschrittes geben wir noch die Fig. 48 und 49, bewährte Treppenroste zu Vorfeuerungen mittelst Braunkohle dienend.

Fig. 49.

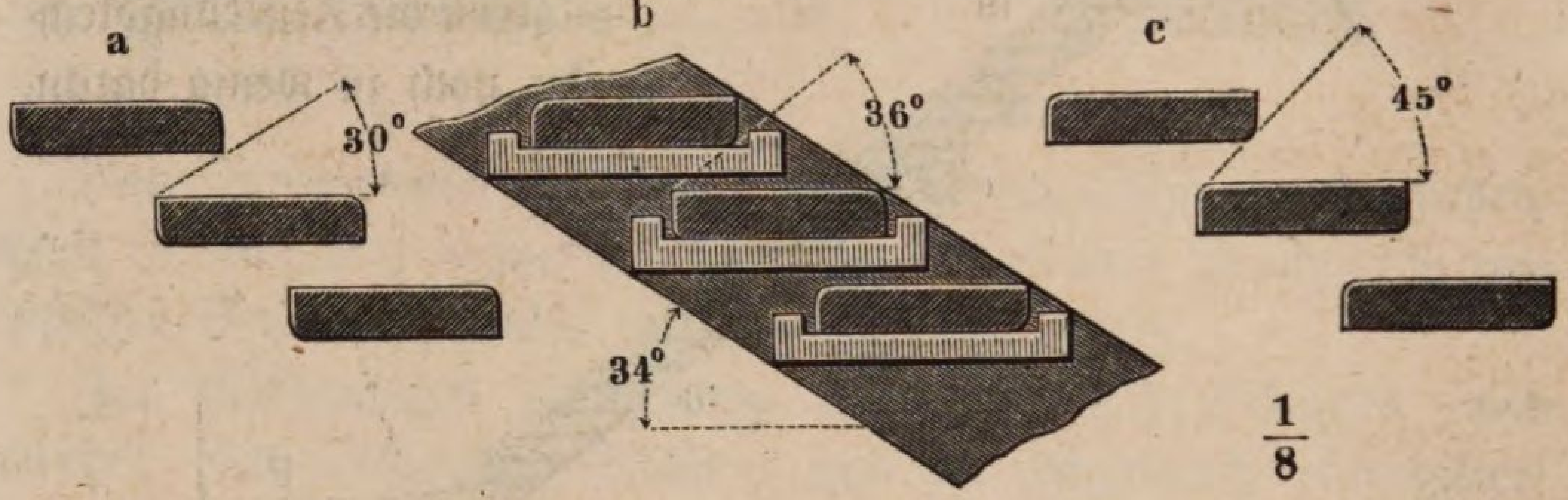


Fig. 48. Die Wangen *m* auf Stäben *o* festliegend, sind nach Art von Fig. 46 zur Aufnahme der flachen Treppenstufen eingerichtet. Die obere breitere Stufe liegt von der Platte des Schüttkastens über doppelt so weit ab, als sonst die Stufenhöhe beträgt. Diese vergrößerte Oeffnung gestattet dem einfallenden Brennstoffe mit Krücke eine Nachhülfe zu geben.

Jene Platte des Schüttkastens ist lose in denselben eingelegt zum Zwecke des Ersatzes, wenn ihre Kante abgebrannt ist. Vertikale Schieber *n* reguliren den Einfall der Kohlen. Am Fuß der Treppe sind zwei Schieber über einander, der obere rostartig durchbrochen, der untere plattenartig geschlossen, beide mit Oesen zum Einlegen des Bewegungshakens versehen. Zieht man den oberen Schieber vor, so fallen Asche und Schlacken auf den unteren; nach nunmehrigem Schlusse des oberen zieht man den unteren, dann gelangen jene in den Aschenfall und die Reinigung hat stattgefunden ohne massenhaftes Einströmen von kalter Luft.

Von der vertikalen Wand des Schüttkastens zieht sich das feuerfeste Gewölbe, möglichst in der hier gezeichneten Form, bis an die

Kesselstirnwand. Unter ihm vollzieht sich die innige Mischung und Verbrennung der Kohlengase.

Wir wollen den Treppenrost nicht verlassen, ohne ihn und eine Detailconstruktion bester Art desselben näher beleuchtet zu haben. Sie ist vom Ingenieur C. Lüders (Gebr. Sachsenberg in Roßlau a. d. Elbe) angegeben, in Fig. 49 *a b c* dargestellt. Die Treppenwangen bei *b* liegen in 34° zur Horizontalen. In ihren Lagern können den Roststufen, an zwei gegenüberliegenden Kanten abgerundet, die drei verschiedenen Lagen *a b c* gegeben werden.

Lage *a* gibt Winkel von 30° von Unterkante Roststab bis Oberkante des nachfolgenden, passend für wenig Asche haltende Kohle. Lage *b* erzeugt an derselben Stelle den Winkel von 36° und gestattet den aschenreicheren Kohlen, sich durch Abfall der Asche über die scharfe Kante weg gut davon zu befreien.

Am intensivsten geschieht solches bei *c*, wo der Winkel 45° beträgt.

Durch Herstellen der einen von diesen drei Lagen mittelst derselben Treppenstufen ist man im Stande, den Treppenrost jedem Brennstoff bestens entsprechend zu variiren und die Bedingung zu erfüllen, daß das niedergehende Material seine Rückstände sofort ausstoße und sich so Luftzutritt verschaffe.

Man hat gefunden, daß Treppenroste etwa 12½ Prozent mehr Brennstoff auf gleicher Fläche verbrennen, als gut eingerichtete liegende Barrenroste, was bei Bestimmung der Rostfläche der Treppenroste im Auge zu behalten ist.

51. Die Entfernung des Rostes von der untersten Kessel- oder Siederfläche soll nie weniger als 13 Zoll betragen; diesen Abstand haben wir für reine Sinterkohlen recht gut befunden, für Backkohlen paßt ein Abstand von 15 bis 16 Zoll; mehr als 18 Zoll ist für Dampfkessel nicht anzurathen. Der Rost eines Kessels nach der in Fig. 50 gezeichneten Art lag anfänglich, für Backkohlen eingerichtet, 18 Zoll tief unter dem Kessel. Als man darauf zu gleichen Theilen Back- und Sinterkohlen anwandte, und den Rost zugleich nur 15 Zoll tief unter den Kessel legte, oder 3 Zoll hob, wurde eine erhebliche Ersparniß an Brennmaterial erreicht. Koke sollen nicht unter 18 Zoll bis

zu 36 Zoll dick geschichtet werden und darüber noch zur Entwickelung der Flamme ein Raum von 20 bis 27 Zoll Höhe bleiben.

Holzroste muß man, weil das Holz sowohl in höheren Schichten in dem Ofen liegt, als auch dessen Flamme länger und zertheilter ist, 18 bis 24 Zoll tief unter den Kessel legen und etwa 8 Zoll hoch schichten. Die erdigen staubigen Braunkohlen, welche in ganz dünner Schicht auf dem Roste brennen, verlangen große Nähe des Kesselbodens, etwa 9 Zoll. Braunkohle in Klötzen bedarf 12 Zoll.

Versuche an Salzpfannen von Mühlmann ergaben als zweckmäßige Entfernungen der Roste von den Pfannen:

für Holz 28 bis 30″,
für Torf und Braunkohle 23″,
für Steinkohle allein und für Steinkohle mit Braunkohle gemischt 26 bis 28″.

Wenn man einen Rost für zu tief liegend hält, so kann die Probe leicht gemacht werden, ob ein Höherlegen vortheilhaft ist, indem man durch einige flache Eisenstangen die Rostträger erhöht und zugleich die Feuerplatte vom Rost an bis zur Heizthür mit einer entsprechenden Schicht von feuerfesten Steinen belegt.

52. Aus dem Nachtrage A. über die Verbrennung und Wärmeerzeugung sieht man, daß wenn ein Körper unter größter Wärmeentwickelung und vollkommen verbrennen soll, eine bestimmte und zwar hohe Temperatur im Brennraume erhalten werden muß. Man sollte also unter keinen Umständen dem Feuer bei seinem Entstehen und da wo die Flamme erzeugt wird, die Hitze zur Verwendung entziehen. Es muß zuerst ein kräftiges Feuer, eine dichte Flamme erzeugt und aller Kohlenstoff möglichst ins Glühen gebracht werden, ehe man dem Feuer die hervorgebrachte Wärme entzieht und sie an das Wasser im Kessel absetzen läßt.

Wir machen es also zur Bedingung, daß dem Feuer eines Dampfkessels möglicherweise höchstens von oben her (d. h. von dem Kesselboden) Wärme entzogen werde, daß alle Seitenwände des Ofens aber so beschaffen seien, daß sie möglichst wenig Wärme ableiten und die Hitze gut zusammenhalten können.

Dieses gibt uns die Regel, den Feuerraum aus schlechten Wärmeleitern zu machen, und so wird man also, weil solche auch feuer-

beständig sein müssen, am besten die feuerfesten Steine dazu verwenden.

Anmerkung. Den oben angeführten Hauptgrundsatz der Feuerungskunde findet man bei einer großen Zahl Feuerungen nicht allein nicht angewendet, sondern häufig sogar die Einrichtung getroffen, daß gerade der kälteste Wasser- oder Luftstrom in der Nähe des Feuerraumes eintritt. Dadurch entstehen zwei Nachtheile: erstens wird die Verbrennung geschwächt, und zweitens kann der zu erhitzende Wasser- oder Luftstrom, da er seine Temperatur bei dem Feuerraume schon so sehr erhöht hat, von der weiteren Flamme wenig oder keine Wärme mehr aufnehmen; denn dieselbe ist nur ebenso heiß oder gar kälter, als der Strom. Wir kennen z. B. viele Malzdarren, wo das Steinkohlenfeuer in einem cylindrischen Ofen von 20″ Durchmesser brennt, die Flamme circa 15′ hoch gerade aufsteigt und in blechernen Röhren unter der Darrfläche circulirt. Um das aufsteigende Rauchrohr geht in 3″ Abstand ein gemauerter Mantel, dessen Luftzuführungslöcher unten gerade gegenüber der brennenden Steinkohlenschicht liegen. Trotz dieser großen Fehler sind solche Darren beliebt, weil sie wenig Brennmaterial brauchen — wenig in Vergleich mit den früheren, noch schlechteren Einrichtungen.

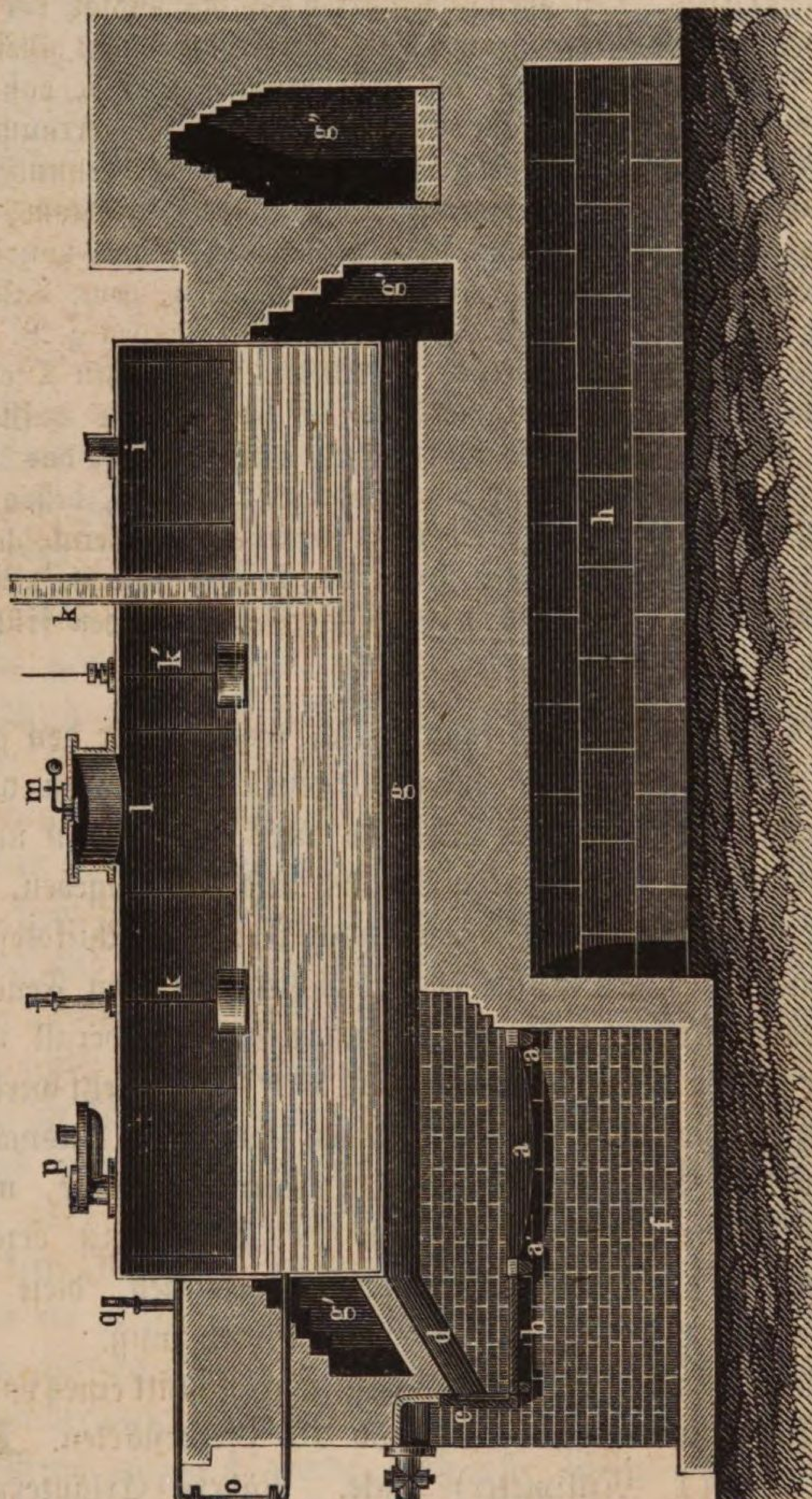
Wo es also nur irgend thunlich ist, wenden wir den gemauerten oder mit Chamotte-Masse ausgeschlagenen Feuerraum an. Demgemäß werden die Oefen am besten so unter den Kesseln und Siedern angebracht, wie es die Figuren 50, 51 und 52 angeben. Weniger gut ist die Anbringung des Feuers nach Art der Schiffskessel, wie in Fig. 54 und 55. Es müßte denn möglich sein, den Feuerraum im Inneren eines Kessels so groß zu machen, daß er überall mit mindestens einer halben Steindicke ($4^1/_2$″ [117^{mm}]) ausgesetzt werden könnte. Schiffs- und Dampfwagenkessel machen hier eine Ausnahme (37), da bei denselben die Bedingungen, im kleinsten Raume, mit geringstem Gewichte der Theile, möglichst viel Dampf zu erzeugen, die Rücksichten auf die Brennstoffersparniß überwiegen, diese daher auf andere Weise so viel als möglich erzielt werden muß.

53. Fig. 50 (a. f. S.) zeigt den Längendurchschnitt eines vollständigen Waggonkessels für eine Maschine von 40 Pferdestärken. Die Bleche haben 0,153″ (4 Millimeter) Dicke. Nähere Erläuterung geben die zugehörigen Figuren 2 bis 5.

a Rost, *a′* Rostträger, *b* Feuerplatte, *c* Heizthür, *d* Gewölbe, *e* Feuerbrücke, *f* Aschenfall, *g* Zugkanal unter dem Kesselboden,

g', *g'* vertikale Züge, *g'* gemeinschaftlicher Kanal, in den mehrere Feuerungen münden, und welcher zum Schornstein führt; *h* ein über-

Fig. 50.



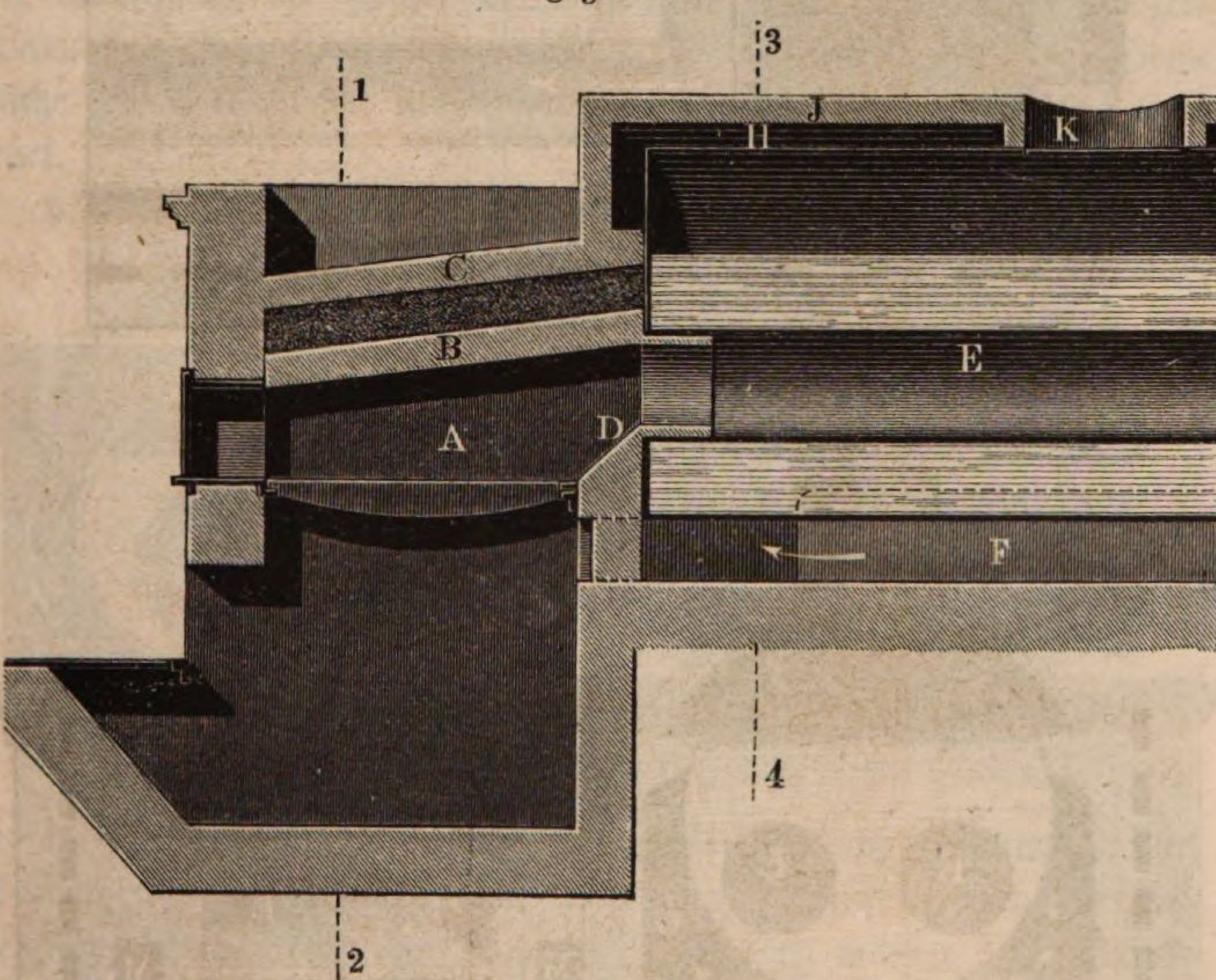
$\frac{1}{50}$

wölbter Raum, angebracht, um Mauerwerk zu sparen. Die Flamme zieht unter dem Kesselboden nach *g'*, kommt längs einer Seite des

Kessels nach vorn, wo sie (oberhalb *d*) nach der anderen Seite umbiegt, um an dieser entlang in *g''* einzuströmen. Kurz vor Einmündung des Zugkanals in *g''* befindet sich das **Register** zum Reguliren des Zuges. Die später zu beschreibenden verschiedenen Apparate des Kessels sind auch in dieser Figur dargestellt oder angedeutet; *i* Dampfrohr, *k* Speiserohr (Füllapparat) nebst zugehörendem Schwimmer *k'*; *l* Mannloch mit dem Luftventil *m*; *n* Schwimmer, zum Erkennen des Wasserstandes, *o* Wasserstandsglas, *p* Sicherheitsventil, *q* Manometer.

54. Die Figuren 51 bis 53 zeigen den Ofen eines Röh-

Fig. 51.



renkessels in einer neueren, auch von dem Verfasser sehr erprobten Form. Die Durchschnitte in Fig. 53 sind nach den Schnittlinien 1 — 2 und 3 — 4 in Fig. 51 genommen. Hier ist ein **vorgelegter** Rost angewandt, welcher für den zweiröhrigen Kessel vortrefflich paßt, und zugleich eine sehr günstige Verbrennung gestattet, indem die Temperatur des Feuerraums sehr hoch gebracht wird. Der

Herd ist zweifach überwölbt und durch die zwei Schutzschichten *B* und *C*, aus Gyps und Asche oder auch aus bloßer Asche bestehend, vor Wärmeverlusten geschützt. Eine Feuerbrücke *D* begrenzt das Feuer

Fig. 52.

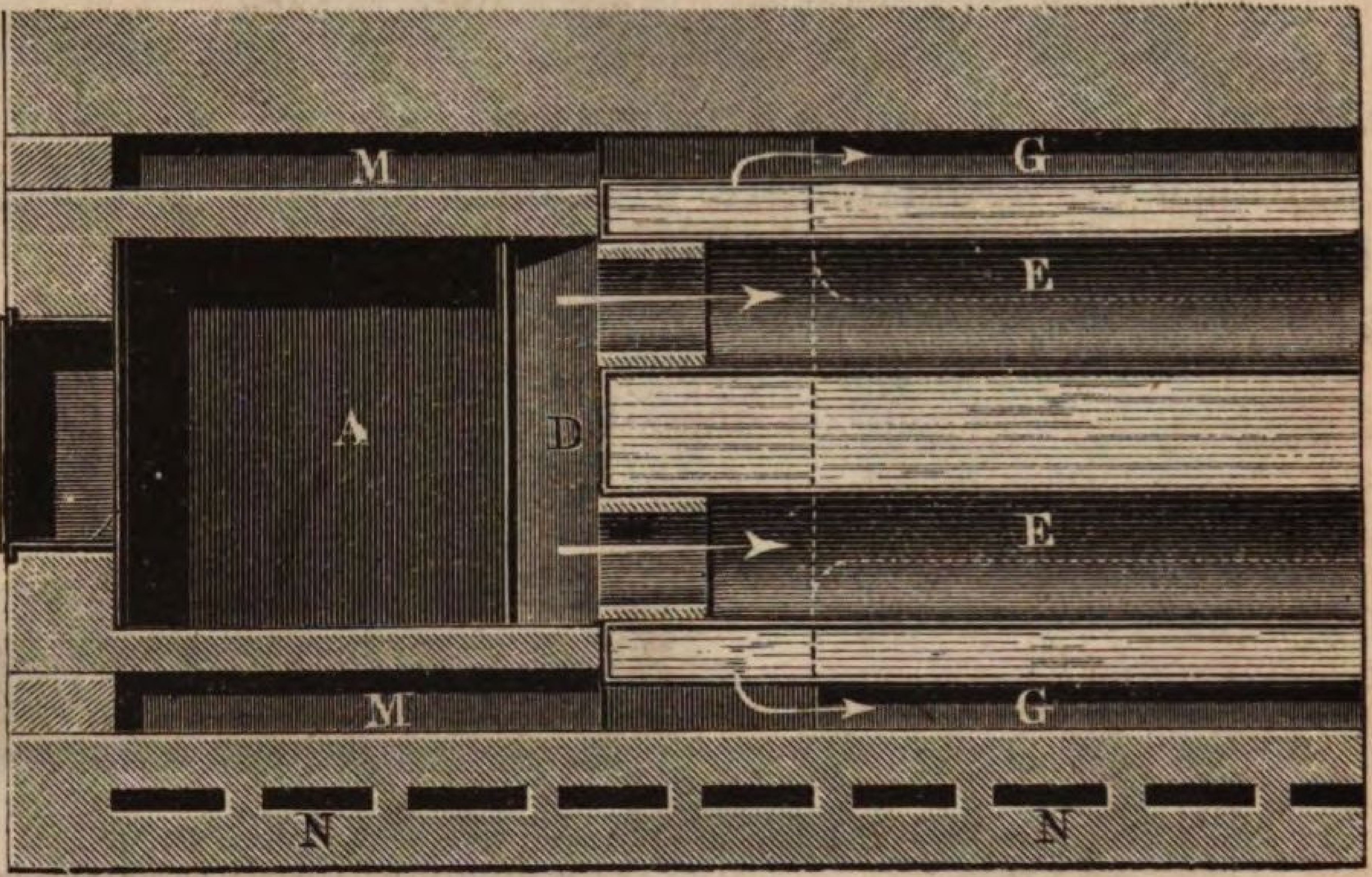
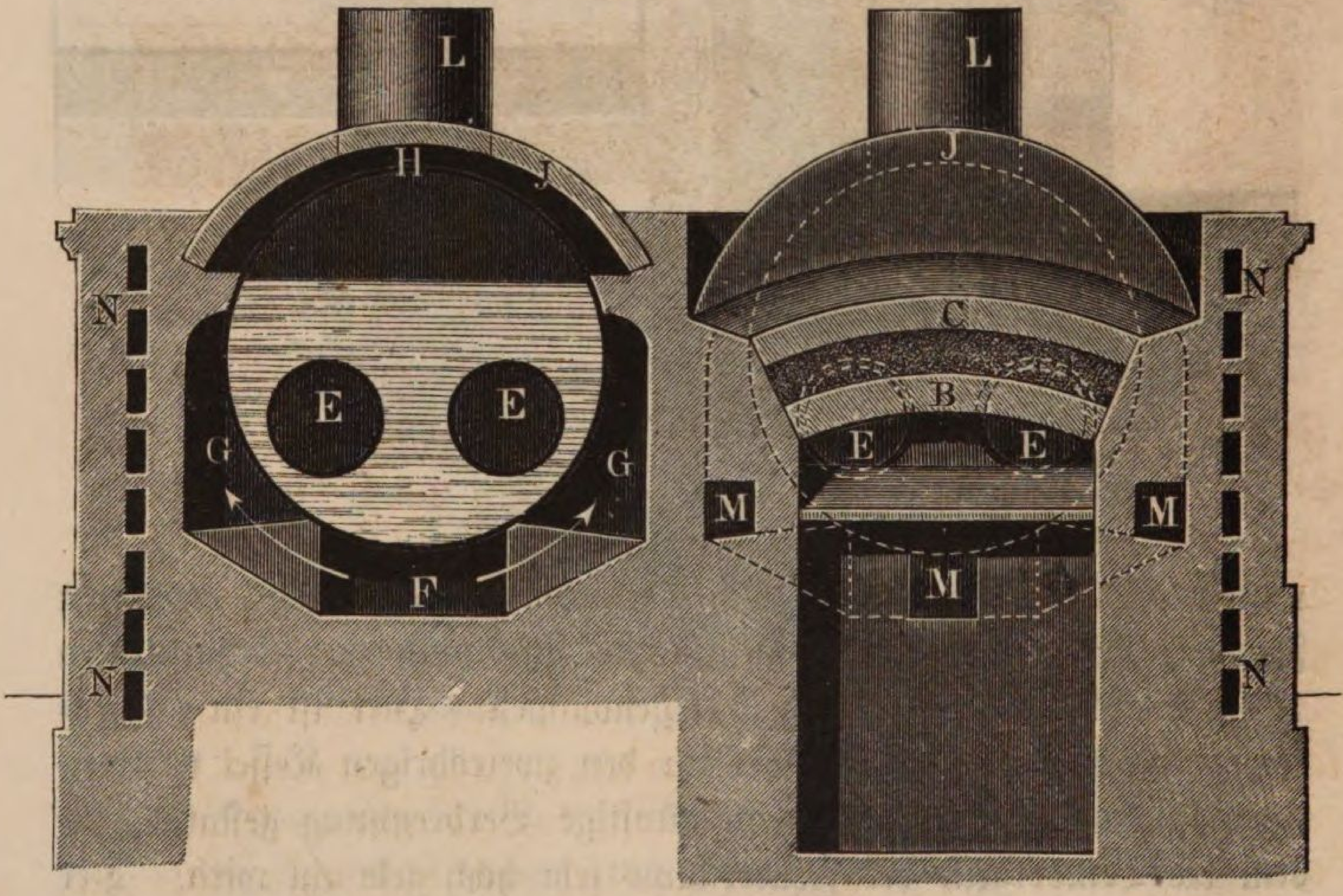


Fig. 53.



an der Kesselseite, und läßt die brennenden Gase in die Rauchröhren *EE* treten. Letztere sind vorn durch eine ringförmige Ziegelschicht vor der zu heftigen Einwirkung der Stichflamme geschützt. Am hinteren Kesselende vereinigen sich die beiden Feuerluftströme der Röhren, um in dem Kanal *F* wieder nach vorn zu gehen, wo sie sich wieder theilen, und in den Seitenkanälen *G G* nach dem hinteren Kesselende und zum Kamin ziehen. Zum Schutze gegen Wärmeverlust ist auch das Kesseldach mit einer schützenden Luftschicht *H* und einem Gewölbe *J* überdeckt, welches nur beim Mannloch *K* und dem Dampfdome *L* unterbrochen ist. Die Kanäle ***MM*** und *N* dienen zur Reinigung der Züge, die Lufträume *NN* zum Schutz gegen Wärmeverluste. Die Leistung dieser Kessel ist bei genügender Heizfläche eine vorzügliche; der Rauch wird zum allergrößten Theil verzehrt.

55. Die Figuren 54 und 55 geben Ansichten von der Ofenein-

Fig. 54.

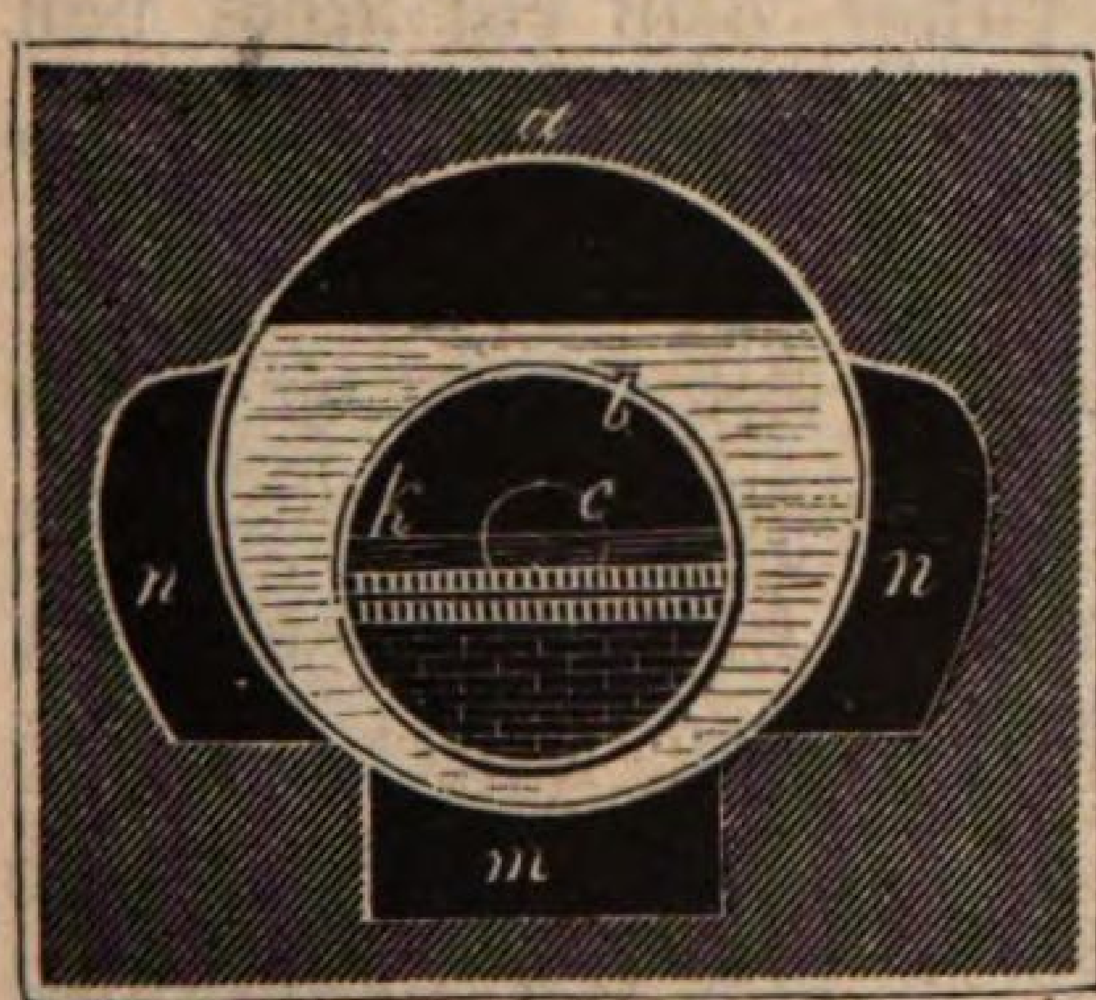
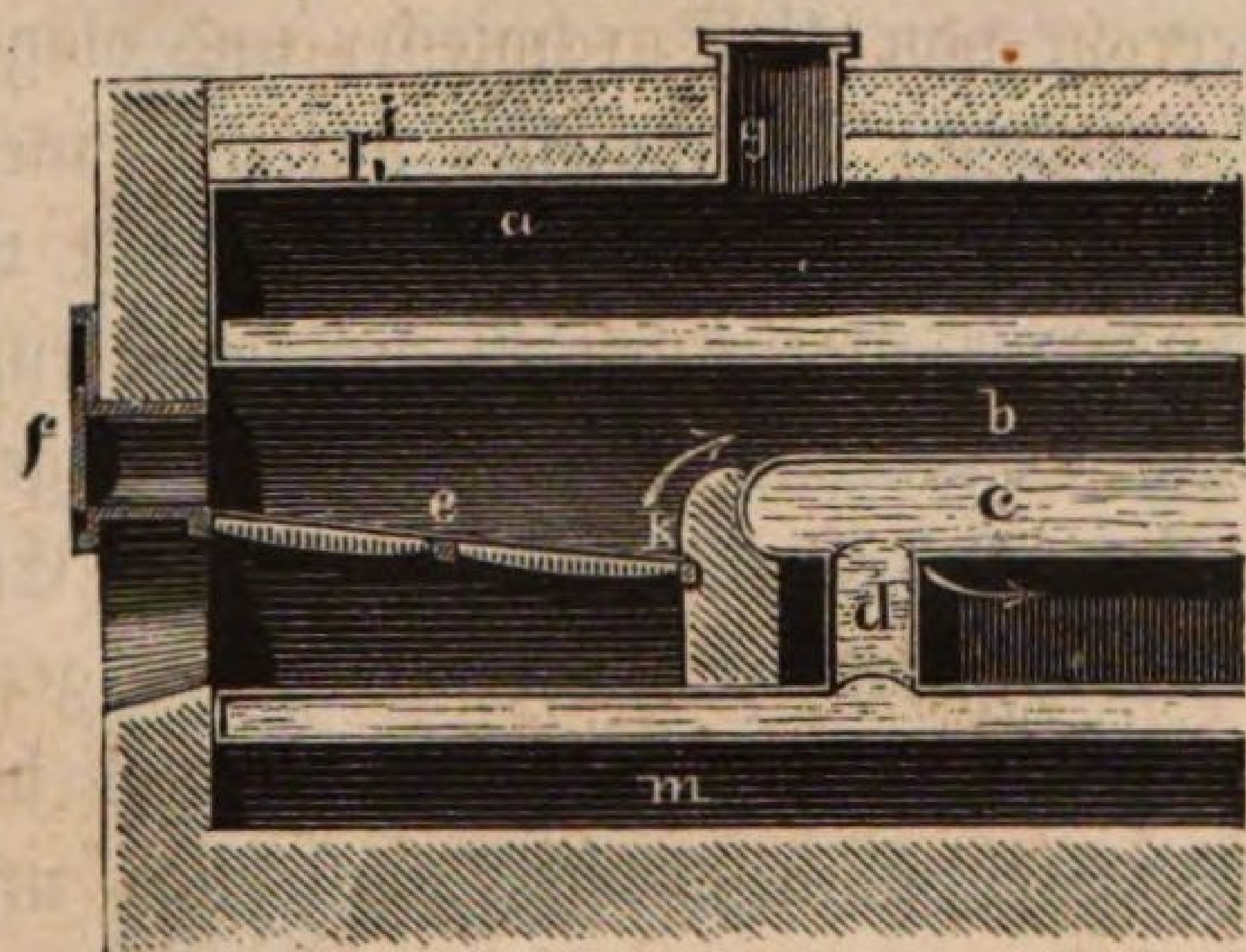


Fig. 55.



$\frac{1}{100}$

richtung eines Dampfkessels zu einer Wasserhebungsmaschine in den Kupfergruben von Cornwallis. Die dort bestehenden Dampfmaschinen sowie deren Kessel mit inneren Feuerungen müssen durchgehends als gut anerkannt werden, und zwar aus folgenden äußeren Gründen: Die Steinkohlen sind daselbst theuer im Vergleich zu anderen Gegenden Englands, deshalb sucht man die Kohlenersparniß möglichst weit zu treiben; sodann besteht unter den Maschinenfabrikanten und Ingenieuren, die für jene Gruben arbeiten, eine bedeutende Nebenbuhlerschaft, welche die Ursache ist, daß dorthin nur ausgezeichnete und vollendet tüchtige Maschinen geliefert und diese aufs Beste ge-

wartet werden; der Schutz der Kessel und Maschinen gegen jeglichen Wärmeverlust ist dort größer, als man sich irgendwo anders zu erlangen die Mühe gibt. Kurz, vom Ingenieur bis zum Heizer und Tagelöhner vereinigt Alles seine Kräfte, um mit dem bestimmten Kohlenbedarf bester Qualität die größte Wassermenge zu heben, und es ist daher vorauszusetzen, daß die Kesselform, auf welche die Erfahrung dort geleitet hat, zweckmäßig sei. Das Urtheil indessen, zu dem man in Deutschland nach und nach gelangt ist, stellt die cornischen Kessel wegen der Kohlenersparniß nicht höher als andere gute Kesselarten, in einzelnen Fällen sogar nicht einmal so hoch, da eine störende Einwirkung abkühlender Feuerraumwände hier vorliegt. Dagegen empfehlen sich die cornischen Kessel sehr durch Raumersparniß, indem sie bei verhältnißmäßig geringer Ausdehnung eine sehr große Heizfläche gewähren.

a der cylindrische Dampfkessel von $6^1/_2'$ (2042^{mm}) Durchmesser und $32'$ (10053^{mm}) Länge; darin ist *b* ein Rauch- oder vielmehr Feuerrohr von $4'$ Durchmesser und obiger Länge, *c* ist ein Rohr von $15''$ (393^{mm}) Durchmesser mittelst eines verticalen Rohres *d* mit *b* und *a* in Verbindung gesetzt. *e* Rost von $6'$ (1884^{mm}) Länge und $4'$ (1256^{mm}) Breite, er ist auf jeden Fuß einen Zoll geneigt. *f* Heizthür, *g* Mannloch, *h* eine $6''$ hohe Lage von Sägemehl, *i* eine solche von Erde und Sand, $9''$ hoch. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der Verbindungshals *d* nicht, wie hier gezeichnet, nach unten, sondern nach oben gehen muß, daß überhaupt bei jener Länge von $32'$ des Kessels drei solche Rohre nach oben und zwei bis drei nach unten gehen sollen.

Bei einer ausgeführten Einrichtung wie in Figur 55 war die Dampfentwickelung vorn in *c* so bedeutend und diese Dämpfe fanden nur so schwer einen Ausweg, daß daselbst gar kein Wasser mehr mit der Platte in Berührung kam, diese also nothwendiger Weise verbrennen mußte. Man läßt deshalb, und da sich mehrere feste Halsstutzen nicht bewähren, in der Regel den Sieder in dem Rauchrohre weg. Oft findet man auch die Feuerstelle im Heizrohr durch ein dünnes Gewölbe aus Ziegeln vor der zu heftigen Einwirkung der Stichflamme geschützt.

Der obige cornische Kessel hat gleichzeitig mehrere der bisher be-

sprochenen Einrichtungen; nämlich er selbst ist cylindrisch und wird außen von der Feuerluft erhitzt, er hat ein Rauchrohr *b* und einen Sieder *c*. Wenn die Flamme aus *b* tritt, geht sie vom hinteren Ende des Kessels durch *m* nach vorn und dann durch die beiden Seiten-

Fig. 56.

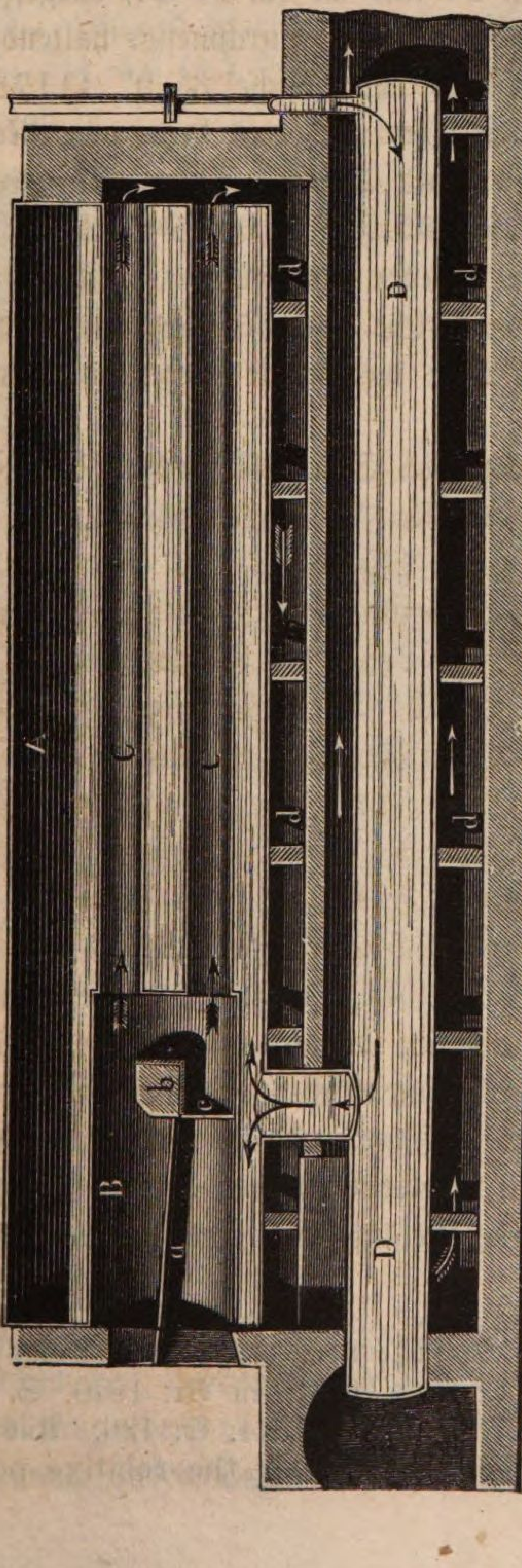
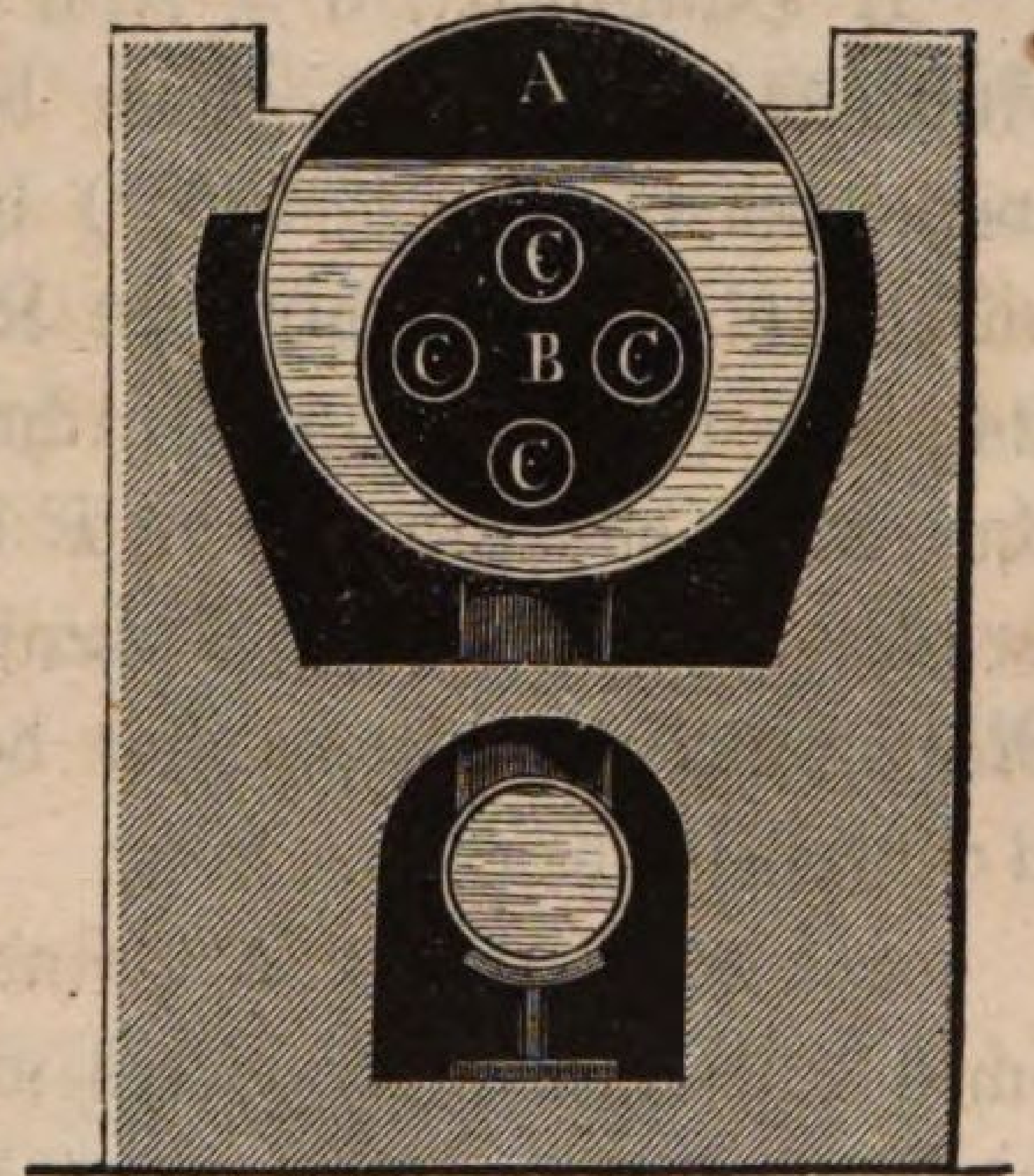


Fig. 57.



züge *n* in den gemeinschaftlichen Fuchs. Der Schornstein ist 60′ hoch. Anmerkung: Zu niedrig! Solcher Kessel liegen zwei und drei beisammen; in dem gemeinschaftlichen Fuchs ist noch ein Rohr gelagert, das stets mit Wasser gefüllt ist, welches hier vorgewärmt und dann erst in den Kessel geschafft wird.

Die Kohlenschicht auf dem Roste ist 6 bis 7″ hoch. Man verdampft dabei mit 6 Pfund Kohlen 1 engl. Kubikfuß Wasser. Die Blechdicke beträgt an den

schwächsten Stellen $^3/_8''$, an den dem Feuer ausgesetzten $^9/_{16}''$ engl. Der Dampfdruck beträgt zwischen 40 und 50 Pfd. auf den Quadratzoll oder $2^2/_3$ bis $3^1/_3$ Atmosphären Ueberdruck.

56. Eine vortheilhafte Verbindung der cornischen Kessel mit einem Vorwärmerohr ist in Fig. 56 und 57 (a. v. S.) dargestellt.

A Hauptkessel, $6^2/_3$ Fuß (2080mm) im Durchmesser haltend, 30 Fuß (9424mm) lang, darin der kurze cylindrische 3′ 9″ (1178mm) weite und 8′ 9″ (2748mm) lange Ofen *B*, aus dem vier Rauchröhren *C* nach der hinteren Kesselwand führen. *D* der Vorwärmer, 24 Zoll (328mm) im Durchmesser, 35 Fuß (10995mm) lang, welcher durch das Speiserohr *E* das Wasser empfängt. *a* Rost, *b* Feuerbrücke, *c* Klappe im Aschenfall, welche das Reinigen der unteren Rauchröhren gestattet, ohne daß man die Brücke wegnehmen müßte, *d d* Kesselstützen.

Die Kessel dieser Art sind auf den Steinkohlenzechen des Ruhrschen und Essener Revieres wegen guter Leistungen sehr beliebt. Der hier gezeichnete Kessel wiegt 33000 Pfund; er hat circa 1000□′ vom Feuer berührte Fläche und entspricht gemäß den Regeln in 39, einer Leistung von 70 Pferdestärken. Größe des Rostes = $20^5/_8$ □, = 2,031 Quadratmeter, also zu klein! Die gefiederten Pfeile zeigen die Rauchströmung, die glatten Pfeile die Wasserströmung an.

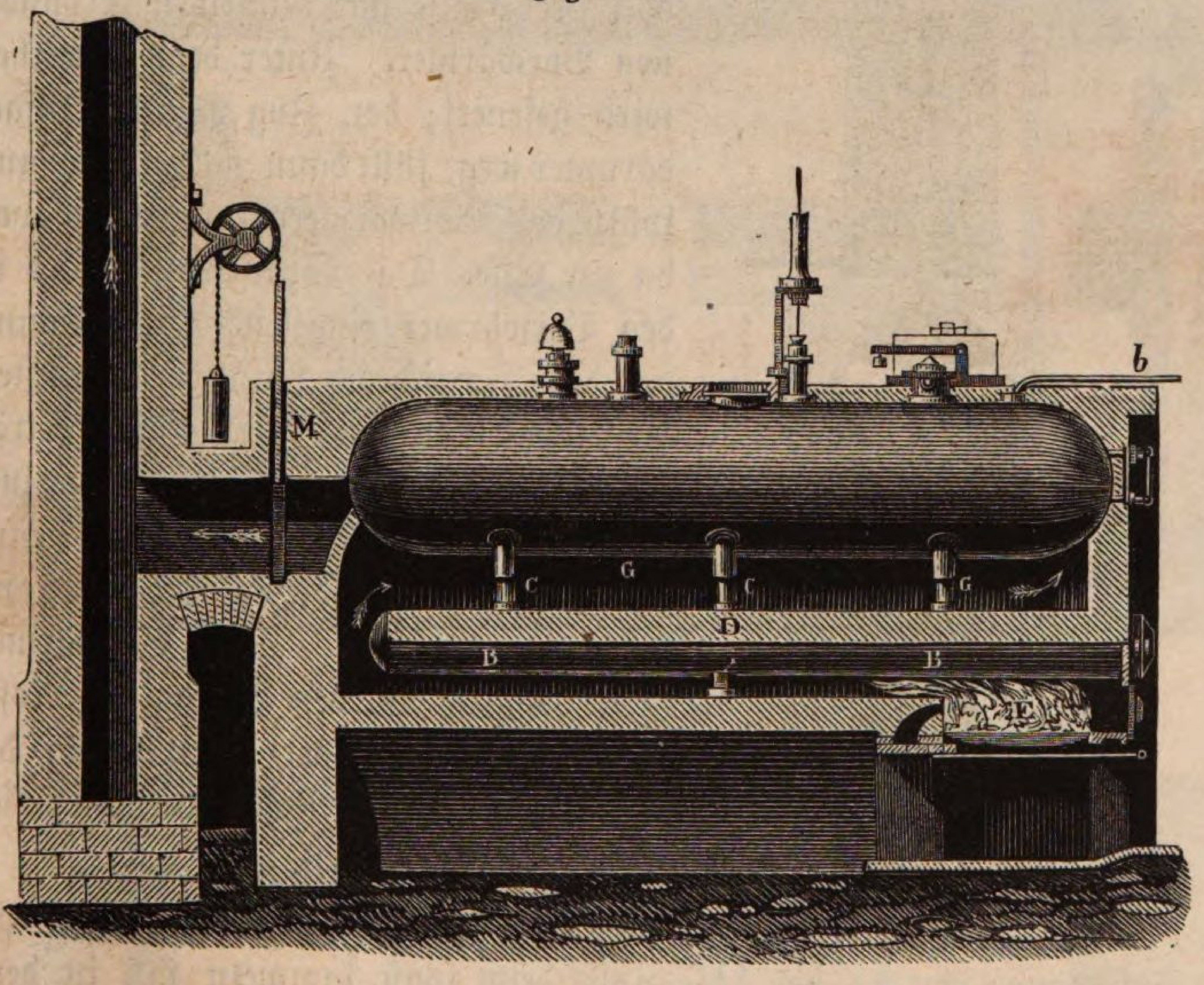
Ein bei den cornischen Kesseln leicht eintretender Uebelstand ist der, daß wegen der starken Erhitzung des inneren Rohres dieses sich weit mehr ausdehnt, als das äußere, so daß bei dem periodisch wiederkehrenden Heizen und Wiederabkühlen des Feuerrohres ein fortwährendes Strecken und Kürzen desselben eintritt, was sehr leicht ein Undichtwerden der Nietungen mit sich bringt. Um diesem vorzubeugen, gebe man dem Feuerrohre namentlich in den Stoßfugen sehr starke und gut eingepaßte Nieten, und verwende überhaupt auf dessen Anfertigung die größte Sorgfalt. Dieses Bestreben hat zu sehr guten Detailverbindungen geführt, deren Erläuterung hier zu weit führen würde.

Anmerkung. Vergleichende Versuche über verschiedene Dampfkessel von J. Parkes findet man in den V. d. G.-V. in Pr. 1840. S. 137. Cornischer Kessel nach Schöttler, ebendaselbst 1844. S. 126. Aus dem Werke: An experimental inquiry, concerning the relative power

of, and useful effect produced by the Cornish and Boulton and Watt Pumping engines and cylindrical and waggon head boilers, by Thomas Wicksteed, in den Verhandlungen des G.-V. in Hessen 1847. 3. L. S. 217, in Armengaud, Publication industrielle, Tome VII, pag. 438.

57. Fig. 58 ist ein Längendurchschnitt des Ofens eines Siederkessels; Fig. 59 (a. f. S.) Querdurchschnitt desselben. *A* Kessel, *BB*

Fig. 58.

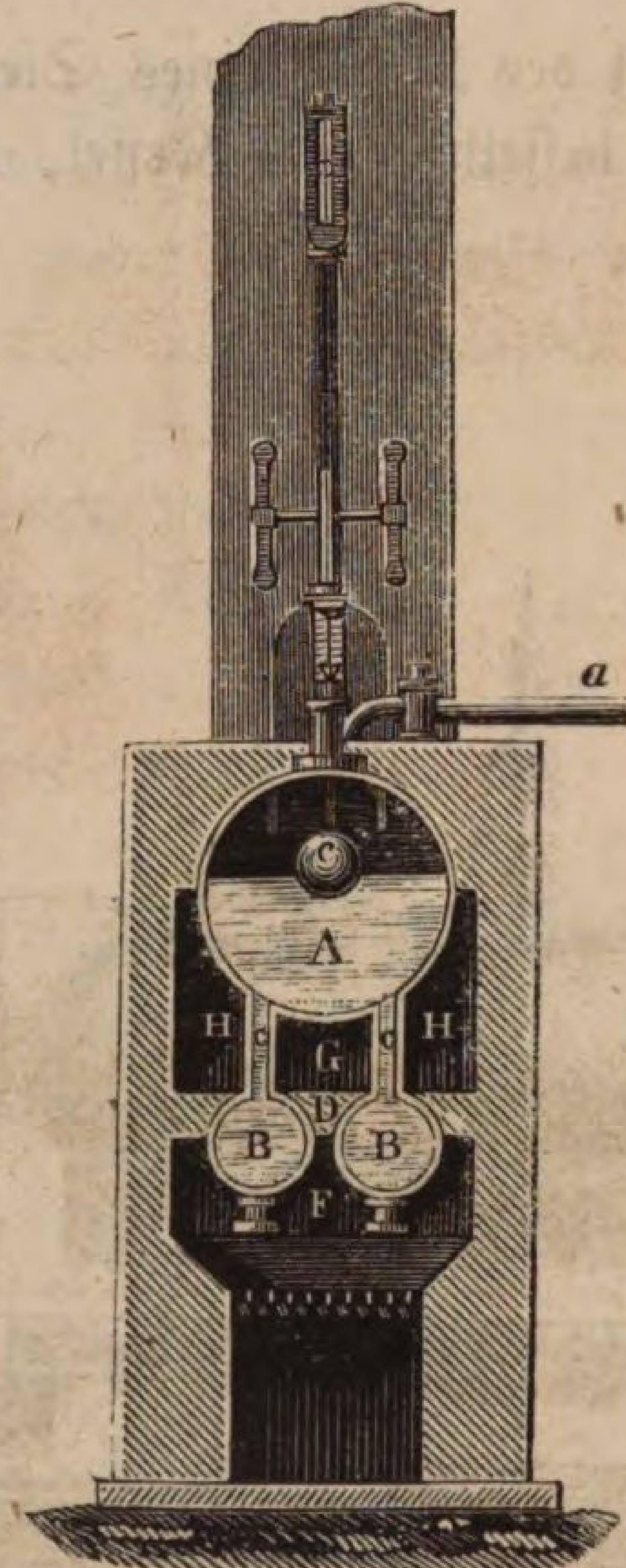


Sieder, *CC* Verbindungshälse; *D* Mauerung zum Abdecken des unteren Zugkanals, *E* Rost, *F* gußeiserne Siederstützen; *G* Kanal, in welchem die Flamme nach vorn geht, um in die Seitenzüge *HH* umzubiegen, aus denen sie in den Schornstein *L* abzieht; *M* Register, *a* Dampfrohr, *b* Speiserohr.

An der Feuerbrücke in Fig. 58 sieht man einen Schieber, mittelst dessen das Luftzuströmen zu den auf der Feuerbrücke sich zusammendrängenden Gasen regulirt werden kann. Bei sorgsamer Handhabung dieses Schiebers, womit man bei vollbrachtem Schüren

des Feuers Luft zutreten läßt, ist die Verbrennung der Kohlen fast ganz rauchfrei.

Fig. 59.



58. Vorzügliche Kessel sind die in den Figuren 60 bis 63 und Fig. 64 und 65 dargestellten. Die Kessel nach diesem System bestehen aus einem cylindrischen Obertheil und einem durch zwei oder drei Hälse mit demselben verbundenen Vorwärmer. Unter dem Obertheil wird gefeuert; der Zug streicht einfach darunter weg, fällt dann nach unten, umspült das Vorwärmerohr und geht von da zur Esse. Das Speisewasser wird in den Vorwärmer eingeleitet, und kommt bei dem Fortschreiten zu den heißesten Kesseltheilen in eine regelmäßige Strömung, welche derjenigen der Feuerluft entgegengerichtet ist. Man nennt deshalb die Kessel dieser Art Gegenströmungskessel. Der Vorwärmer ist gewöhnlich um den Betrag der Rostlänge kürzer als der Hauptkessel; die Durchmesser beider Rohre verhalten sich annähernd wie 2 : 3.

Die Vorwärmeröhren sollen immer geneigt liegen und zwar pr. Fuß Länge von $^3/_4$ bis $1^1/_4$ Zoll, denn sonst sammeln sich in denselben am Scheitel Dampfmassen, die Bleche werden überhitzt.

Manche Constructeure bringen zur gewissenhaften Erzielung der Gegenströmung nur eine Verbindung zwischen Ober- und Untertheil an, woraus eine schwierige Lagerung und Unterstützung des oberen Kesseltheils resultirt (vergl. Fig. 65). Wir wenden jedesmal zwei Verbindungsröhren an, lassen aber diejenige, welche den Dampf- und Wasserstrom nicht führen soll, nur als Stütze dienen, indem wir sie mit einer Platte bedecken, in der nur einige 1 Zoll weite Löcher sich befinden. Eine solche immer durch Wasser gekühlte Stütze ist den

Kesseln durchaus erforderlich und der vergänglichen in Fig. 65 entschieden vorzuziehen.

Die folgenden Figuren stellen einen Kessel zu 6 Pferdestärken für Steinkohlenfeuerung dar; Fig. 63 zeigt einen ähnlichen Kessel

Fig. 60.

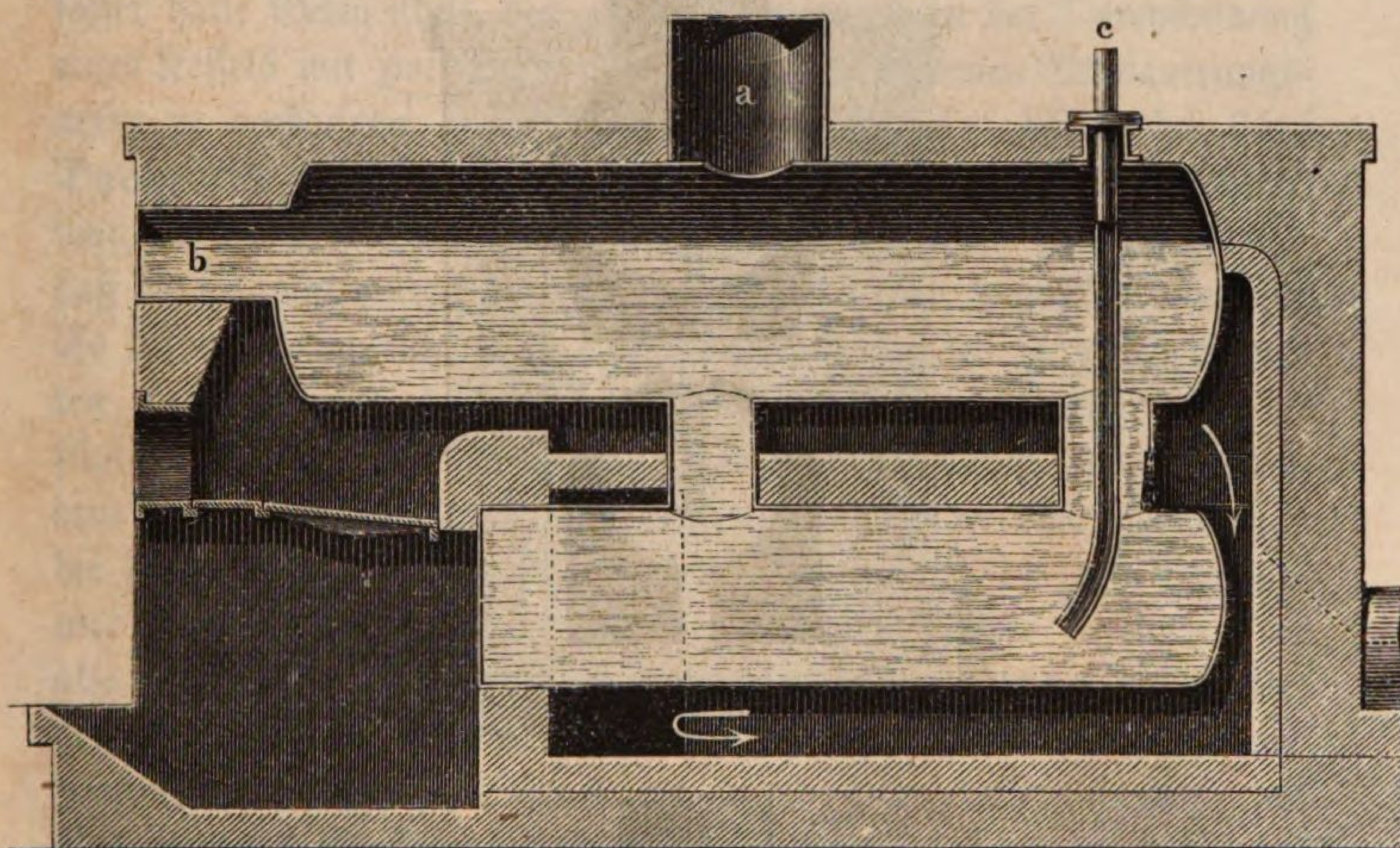
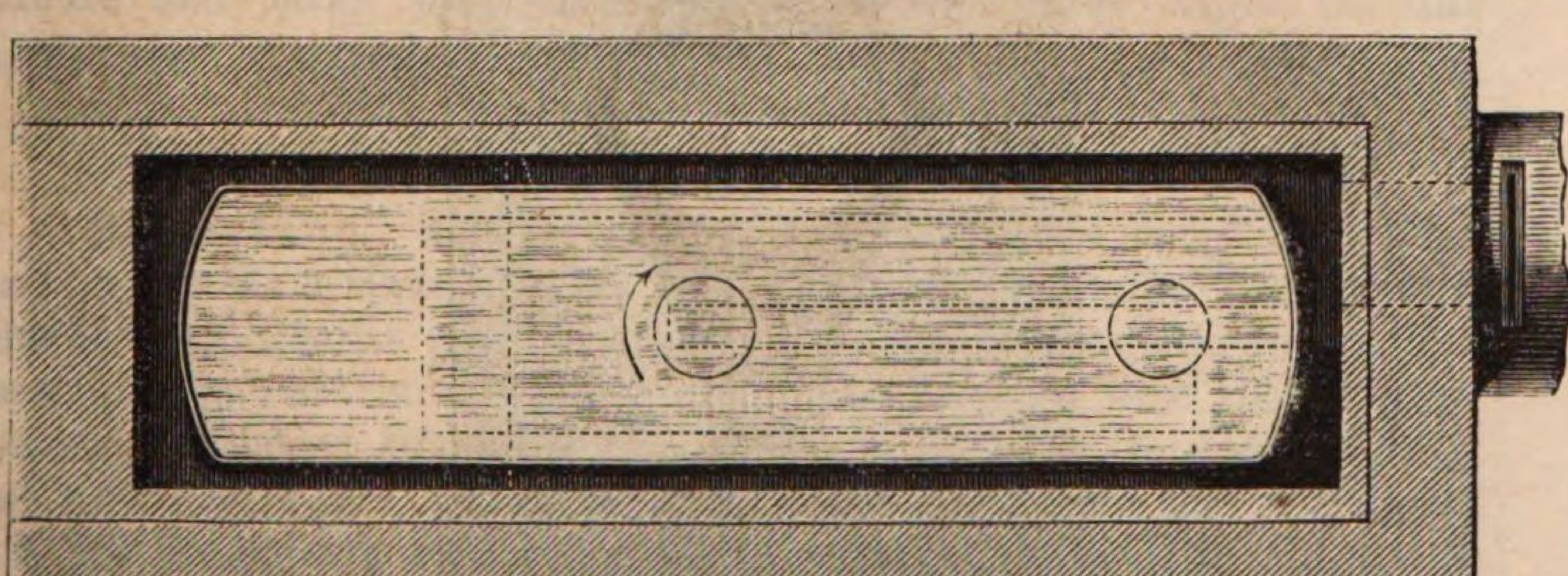


Fig. 61.



für Holz- und Torffeuerung. Bei letzterem Kessel liegt der Schornstein in der Nähe des Schürplatzes. Aus diesem Grunde, und wegen der langen Flamme des Holzes und Torfes ließ man die Flamme

an der einen Seite des Hauptkessels nach hinten, an der anderen nach

Fig. 62.

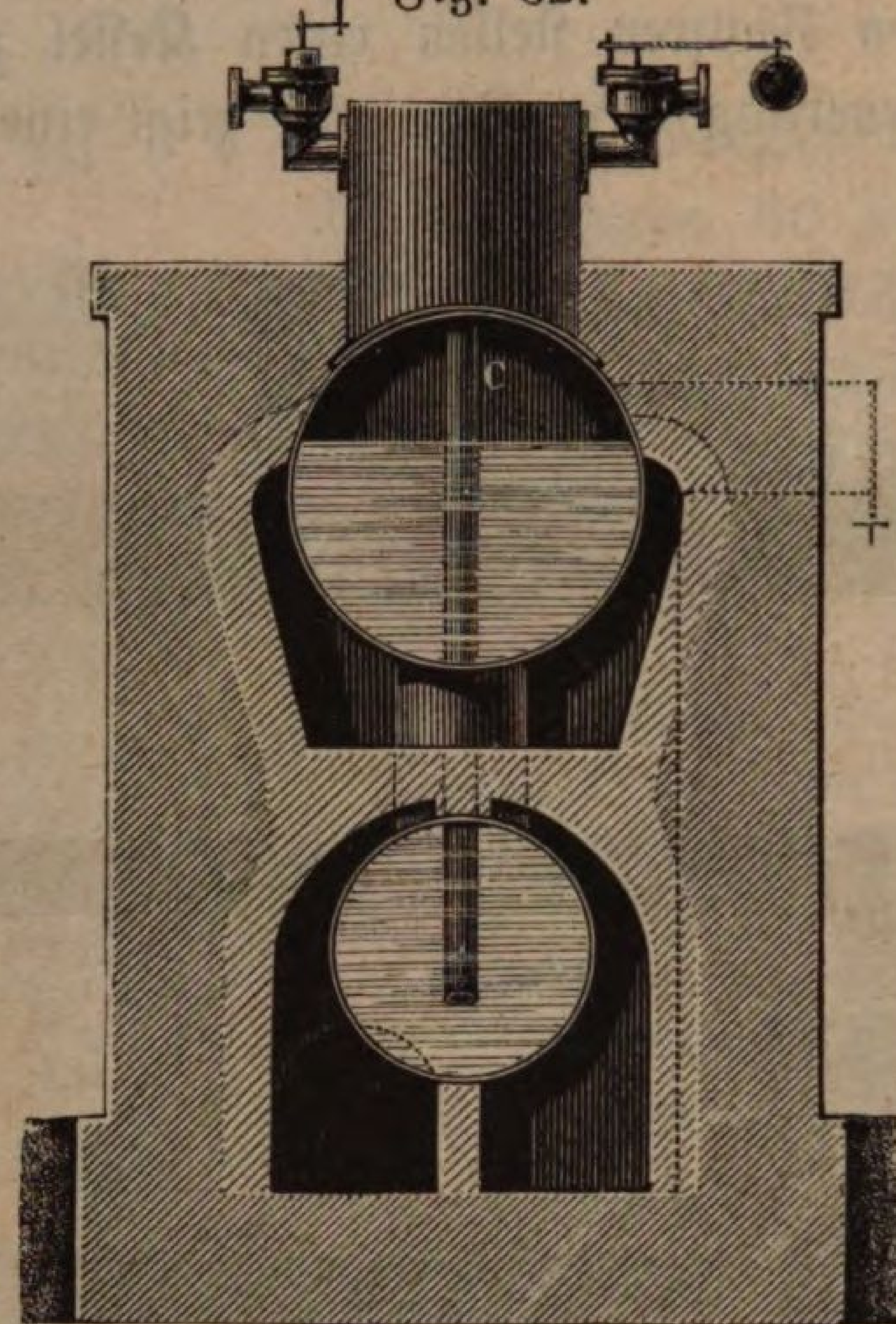
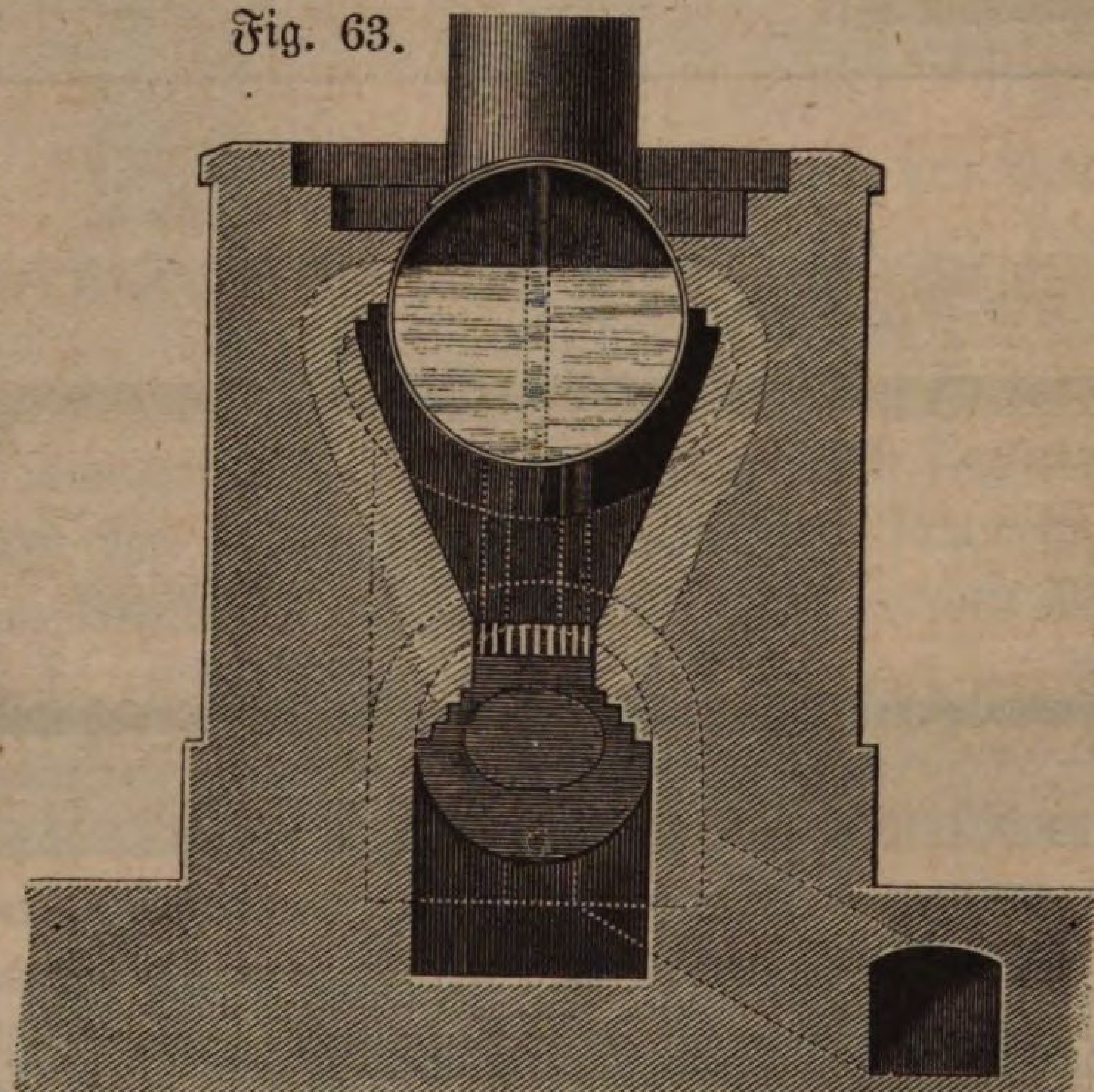


Fig. 63.



vorn gehen, dort fallen, und wieder um das Rohr zuerst nach hinten und dann nach vorn ziehen.

Statt eines einzigen Vorwärmerohres wendet man auch oft deren zwei an, wie bei dem Kessel im folgenden Paragraphen. Der Verfasser hatte Gelegenheit, den großen Unterschied in der Dampfbildung eines Kessels mit zwei Siederohren unter verschiedenen Einmauerungsarten zu beobachten. Dieser Kessel, welcher 14′ Länge bei $3^3/_4$′ Durchmesser und Sieder von 10′ Länge und 22″ Durchmesser hatte, war, an einem großen Schweißofen stehend, früher so eingemauert, daß die Flamme zuerst die Sieder und dann den Hauptkessel bestrich. Es bestanden zugleich einige Mißverhältnisse in den Zug-Querschnitten; dabei dauerte es 45 bis 50 Minuten, bis der Kessel ein bestimmtes, vorgeschriebenes Wasserquantum verdampft hatte. Nachdem man aber die Kesselmauerung so umgeändert hatte, daß nun die Flamme zuerst nach oben ging und dann erst die als Vorwärmer mit geregelter Gegenströmung benutzten Sieder berührte, als alle Zugkanal-Querschnitte auf das Doppelte des Fuchs-Querschnittes gebracht worden und in denselben alle scharfen Ecken vermieden waren, brannte nicht nur das Feuer im Schweißofen besser, sondern das oben erwähnte Wasserquantum wurde nun in 25 Minuten in Dampf verwandelt. Außer der Verbesserung in der Mauerung der Zugkanäle war dieser gute Erfolg gewiß der nunmehr wegen der allmäligeren Abkühlung günstigeren Verbrennung der Gase zuzuschreiben.

Anmerkung. Das Gegenströmungssystem ist es auch, auf welches wir in der Anmerkung auf S. 65 hindeuteten. Dasselbe muß nämlich um so vortheilhafter sein, je größer der Temperaturunterschied zwischen dem noch zu erwärmenden, also kühlen, und dem auf seine richtige Temperatur gebrachten Körper, Wasser, Luft ꝛc. ist. Dieser Unterschied beträgt bei dem Kesselwasser, wie es in den Kessel eintritt, und wie es alsdann bis zur Dampfentwickelung erhitzt wird, nicht gar zu viel, 40 bis 80° C. nämlich; dennoch ist die Wirkung der Gegenströmung schon merklich. Viel stärker muß aber dieselbe bei Luftheizungsapparaten, wie bei den früher angeführten Malzdarren z. B. sein, indem dort die Luft von 15 auf 150 bis 300° C. zu erwärmen ist, also eine Temperaturerhöhung um 135 bis 285° C. herbeizuführen ist. Offenbar wirkt die starke Wärmeentziehung, welche hierbei unter Anwendung von Mitströmung stattfinden muß, in hohem Maße stärker, als es bei den Dampfkesseln der Fall ist.

58. a. Ein anderer größerer Gegenströmungskessel ist in den Figuren 64 und 65 dargestellt. Hier ist *A* ein Kessel von 5′ (1570mm) Durchmesser, 28½′ (8953mm) Länge, unter dem zwei Vorwärmeröhren (Sieder) *BB′* liegen. *A* ist mit *B* durch ein 15″

Fig. 64.

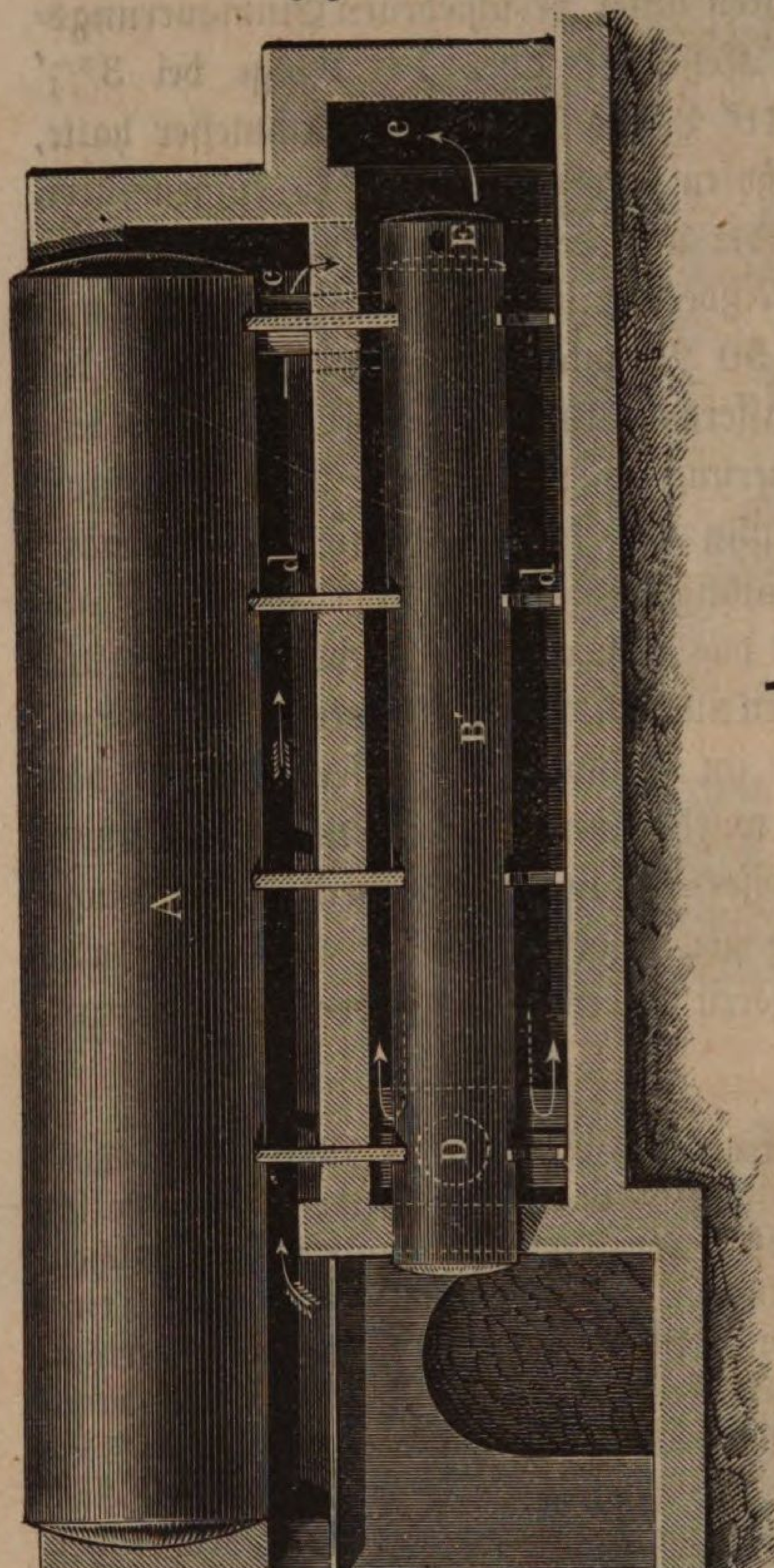
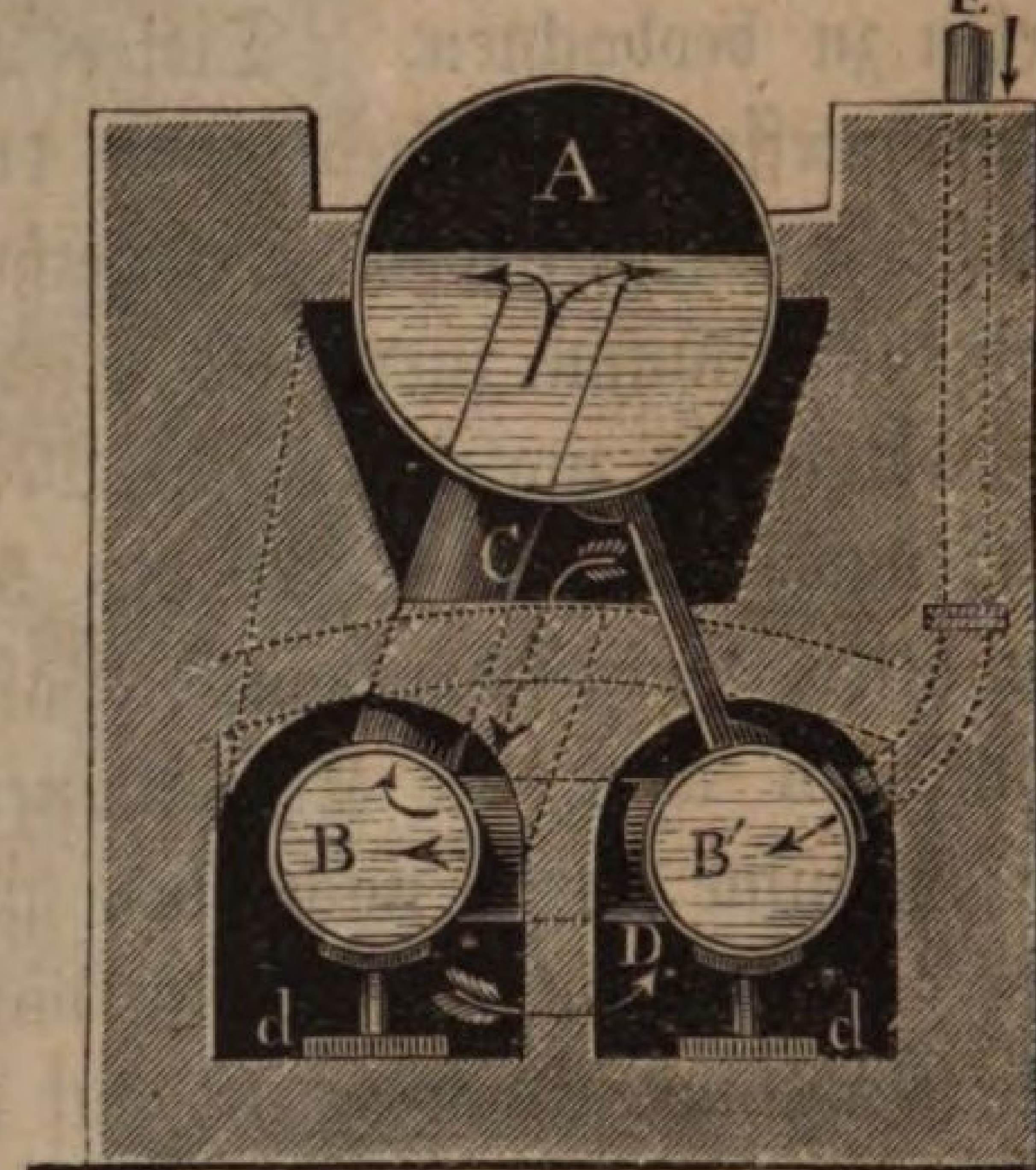


Fig. 65.



(392mm) weites Rohr *C*, und *B* mit *B′* durch ein 18″ (472mm) weites Rohr *D* verbunden. *E* Füllrohr. Die Pfeile haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 56. *dd* Kesselstützen, davon die oberen in Schmiedeisen mit *A* und den Siedern vernietet sind. Der Sieder *B* ist wegen der Anordnung der Züge um 1 Fuß kürzer als *B′*.

Ganze vom Feuer bestrichene Fläche 581 □′ = 57,22 □meter. Größe des Rostes 21 □′ = 2,068 □meter. Leistungsfähigkeit 38 bis 40 Pferdestärken. Gewicht des Kessels 16,000 Pfund.

59. In mehreren Figuren wurde schon der Abschluß der Feuerungen durch die Feuerbrücke (firebridge; autel) dargestellt. Der Zweck der Feuerbrücke ist, die Flamme und alle Gase der Verbrennung einzuengen und zusammenzudrängen, damit die Vermischung mit der Luft, also die Verbrennung selbst, vollständig vor sich gehen könne. Es muß für den ersten Augenblick gut erscheinen, wenn man, um jenen Zweck zu erreichen, die Feuerbrücke recht nahe an den Kessel bringt, damit an diesen möglichst viel Wärme abgegeben werden könne. Hierdurch gewinnt man allerdings, allein man greift gleichzeitig den Kessel an dieser Stelle so an, daß er bald augenscheinlich Schaden nimmt. Wollte man den Raum über der Feuerbrücke enge haben, so müßte man den Kessel durch einen Schutzmantel (Steingewölbe) an jener Stelle bedecken. Auch hier kann, wie beim Rost, ein Versuch über die Wirkung einer Erhöhung der Feuerbrücke sehr leicht vorgenommen werden, indem man die Brücke mit feuerfesten Steinen belegt, und durch die kleine Oeffnung der Heizthür beobachtet, wie sich die Flamme bildet und bewegt. Hat man sich die Beschaffenheit der Kesselbleche, Nieten u. s. w. an der über der Feuerbrücke gelegenen Stelle gemerkt, so lehrt ein achttägiger Versuch bald, ob man so fortfahren darf oder nicht.

Die Feuerbrücke ist wesentlich nöthig zur Erreichung einer rauchfreien Verbrennung. Führt man in ihrer nächsten Nähe noch durch besondere Oeffnungen kalte oder besser vorgewärmte Luft zu, und hütet man sich gleichzeitig, den Rost auf einmal zu stark zu beschicken, so nähert man sich der Lösung der Aufgabe, rauchlos zu feuern. Aber bei den wenigsten Kesselanlagen finden die Feuerleute Zeit oder Lust, jene Luftzuführung zu reguliren. Ihr Nutzen kann nur dort zuverlässig gewonnen werden, wo man den betreffenden Schieber mit einer Art Uhrwerk in Verbindung bringt, welches ihn nach jedesmaligem Beschicken des Rostes eine Zeit lang, und zwar bis zum Durchbrennen der neu aufgebrachten Brennstoffschicht offen hält. Die Einrichtung ist leicht gemacht; man kann sie auch noch mit dem Zugschieber in Verbindung bringen, so zwar, daß dieser sich beim Oeffnen der Heizthür fast ganz schließt, um während des Schürens die kalte Luft vom Feuer abzuhalten.

In neuerer Zeit ist die Herrichtung aller Feuerungen für rauch-

freie Verbrennung mehrfach angeordnet, in England z. B. durch Parlamentsbeschluß befohlen worden. Obschon nun eine gänzlich rauchlose Verbrennung wohl nie ganz zu erreichen sein dürfte, so werden gesetzliche Verordnungen der Art gewiß von großem Nutzen für die Industrie sein; sie sind zudem geboten für die Gesundheitspflege der Bewohner industrieller Bezirke.

Ein specifisches und untrügliches Mittel für rauchfreie Feuerung kann nicht wohl angegeben werden, da die Raucherzeugung von der Einrichtung, Instandhaltung und Bedienung des Ofens und von der Art des Brennstoffes zu sehr abhängig ist und abhängig bleibt. Nur die Begünstigung und Herbeiführung einer regelmäßigen Verbrennung durch verschiedene Mittel kann hier von gutem Erfolge begleitet sein. Was durch die Art des Schürens erreicht werden kann, wird weiter unten (123) besprochen werden. Zweckmäßige Einrichtungen im Feuerraume sind die folgenden:

Gute liegende Roste mit mechanischer Aufschüttung.

Gute Treppenroste mit Füllfeuerung.

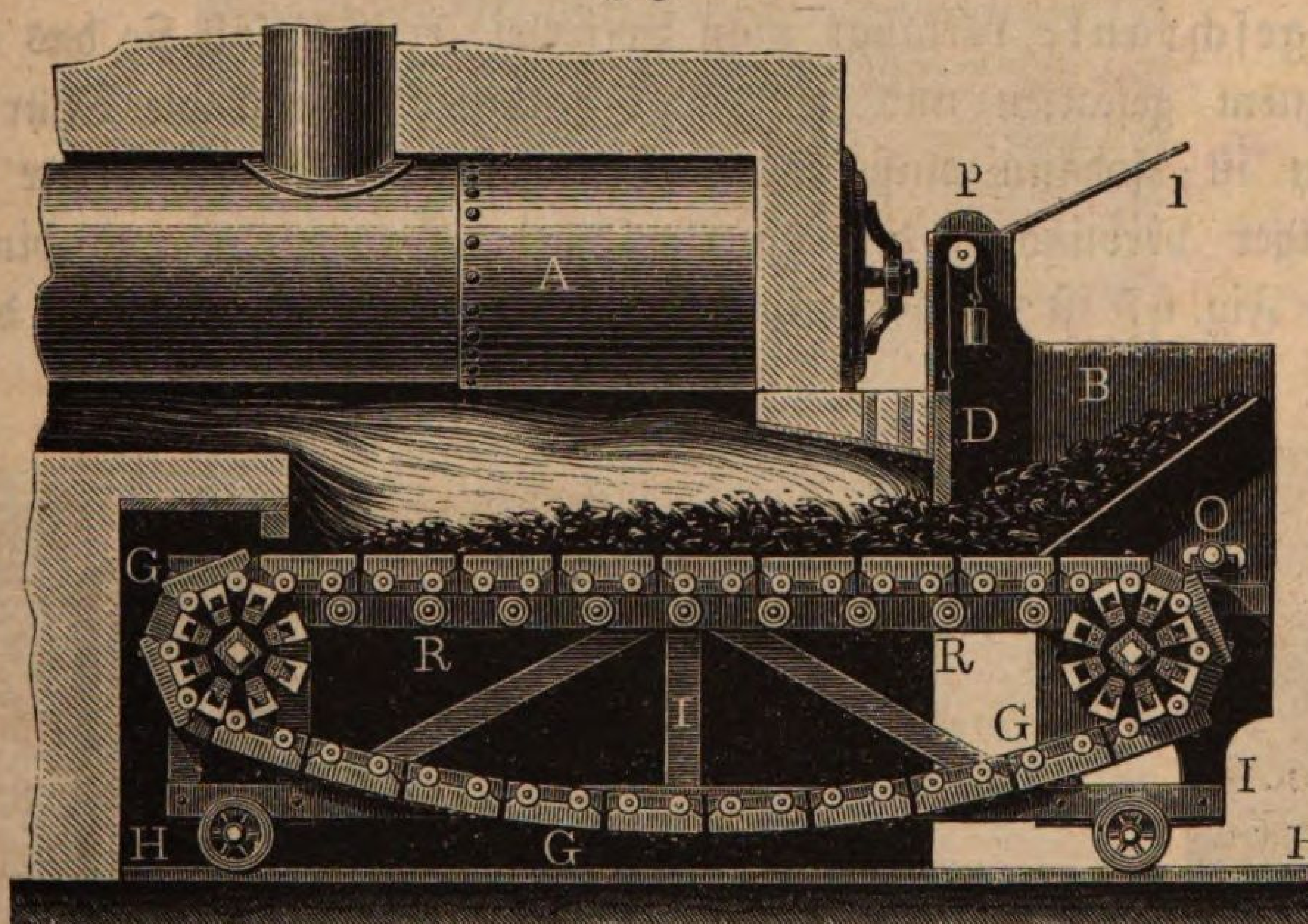
Erhaltung der größtmöglichen Hitze im Feuerraume durch Einschließen desselben in schlechte Wärmeleiter (feuerfeste Steine), Anwendung einer guten Gegenströmung im Kessel.

Bewegliche Roste, d. h. solche, welche die aufgegebene Brennstoffschicht allmälig an den Punkt der stärksten Verbrennung bringen. Die Feuerung von Dumery. Diese hat eine mechanische Aufgebevorrichtung, welche das Brennmaterial langsam dem übrigens festliegenden Roste nähert, um es vorzuwärmen und zu entzünden, es dann zwischen die Rostbalken und die stärkste brennende Schicht schiebt; diese Vorrichtung ist schon auf vielen Lokomotiven mit Erfolg angewendet worden, um dieselben mit Steinkohlen statt mit Koke zu heizen. Die ganze Einrichtung möchte aber dennoch als nicht einfach genug zu bezeichnen sein.

Fairbairn's und Stephan's Feuer mit Doppelrost. Hier ist der Rost durch eine Längswand von feuerfesten Steinen in zwei gleiche Theile getheilt, welche abwechselnd beschickt werden, so daß immer der Brennstoff der einen Rosthälfte in hellem Glühen ist, wenn die andere Hälfte beschickt wird.

Der Langen'sche Etagenrost*); derselbe besteht aus drei in absteigenden Etagen aufeinander folgenden kurzen Rosten von knieförmigem Profil und einem kleinen Schlackenrost am Fuße des Herdes wie bei dem Treppenrost in 50. Jeder der drei Knieroste kann von seiner Feuerplatte, welche eine Rückwärtsverlängerung des oberen Knieschenkels ist, beschickt, geschürt und überhaupt in Ordnung gehalten werden. Dabei läßt sich die Luftzuführung durch Anhäufung oder Verminderung der auf den Vorplatten liegenden Brennstoffmassen sehr bequem reguliren. Die Verbrennung ist eine rauchlose und sehr günstige und der Rost schon sehr verbreitet; namentlich ist er sehr sparsam bei regelmäßigen Betrieben, weniger bei solchen, die zeitweise eine stärkere, dann wieder eine schwächere Dampfentwicklung haben sollen, wie es z. B. in den Brennereien gefordert wird. Für stark schlackende Brennstoffe eignet er sich nicht so gut als der Treppenrost. Eine ihm anhaftende Schwierigkeit, welche übrigens

Fig. 66.



sich beseitigen ließe, ist der Umstand, daß das Feuer bei etwa bedenklich sinkendem Wasserstande nicht rasch ausgezogen werden kann.

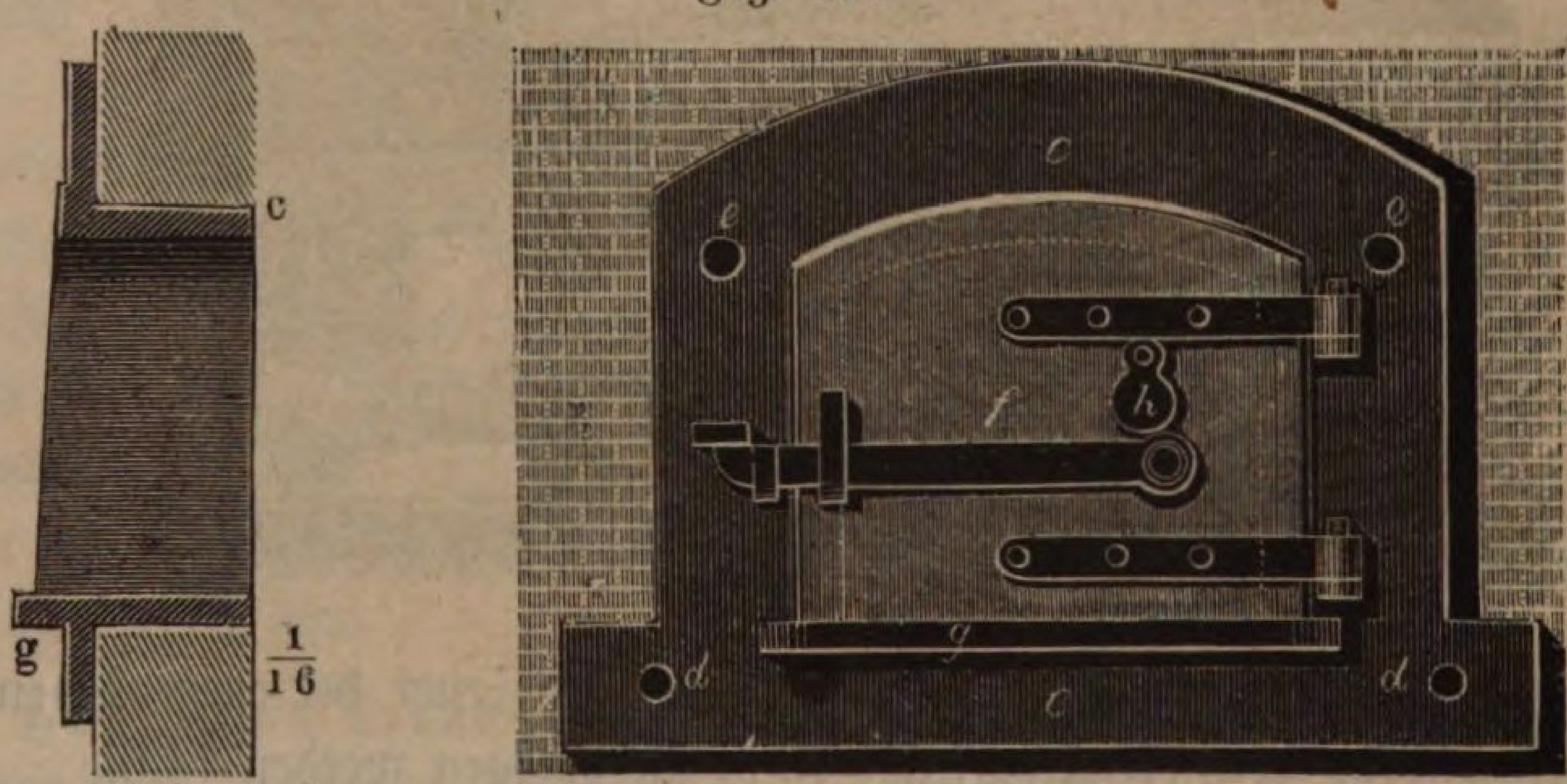
Um ein Beispiel von den Vorrichtungen vorzuführen, welche man

*) S. Dingler's Journal Bd. CLVIII, S. 241. Polyt. Centralblatt 1861 Seite 179.

zur Erreichung von Rauchverbrennung anwendet, geben wir in Fig. 66 (a.v.S.) eine Abbildung des beweglichen Rostes von Tailfer und Juckes. *A* Kessel oder Sieder, *B* Fülltrichter für den Brennstoff, dessen Abfluß auf den Rost vermöge des Schiebers *D*, der mittelst des Hebels *l* bewegt werden kann, regulirt wird. *G* gegliederter Rost, auf Rollen *R* laufend, und zwar mit einer Geschwindigkeit von 1 bis $1^1/_4$ Zoll (26 bis 32^{mm}) in der Minute. Der Rost wird durch zwei achtarmige Trommeln getragen, welche auf einem Wagen ruhen. Letzterer kann auf den Schienen *H* rückwärts gezogen werden. Die Bewegung der Trommeln wird bei *O* eingeleitet. Die Verbrennung geschieht vollkommen rauchlos, doch müssen die Kohlen griesartig sein, weil dickere Stücke nicht Zeit haben, ganz zu verbrennen. Am hinteren Rostende fallen die Rückstände der Verbrennung, Schlacke und Asche, herunter. Auch diese Einrichtung dürfte als zu complicirt nicht auf allgemeinere Einführung zu rechnen haben.

60. Von der Feuerthür und ihrem Rahmen oder dem Feuergeschränke verlangt man zweierlei: erstlich soll sie das Heizen bequem gestatten und keine Luft einlassen, wenn die Thür geschlossen ist; sodann muß das Rahmengestell, mit Feuerplatte und Rostträger verbunden, den ganzen Vorderofen halten und binden. In Fig. 67 ist eine Feuerthür für kleinere Oefen dargestellt, deren

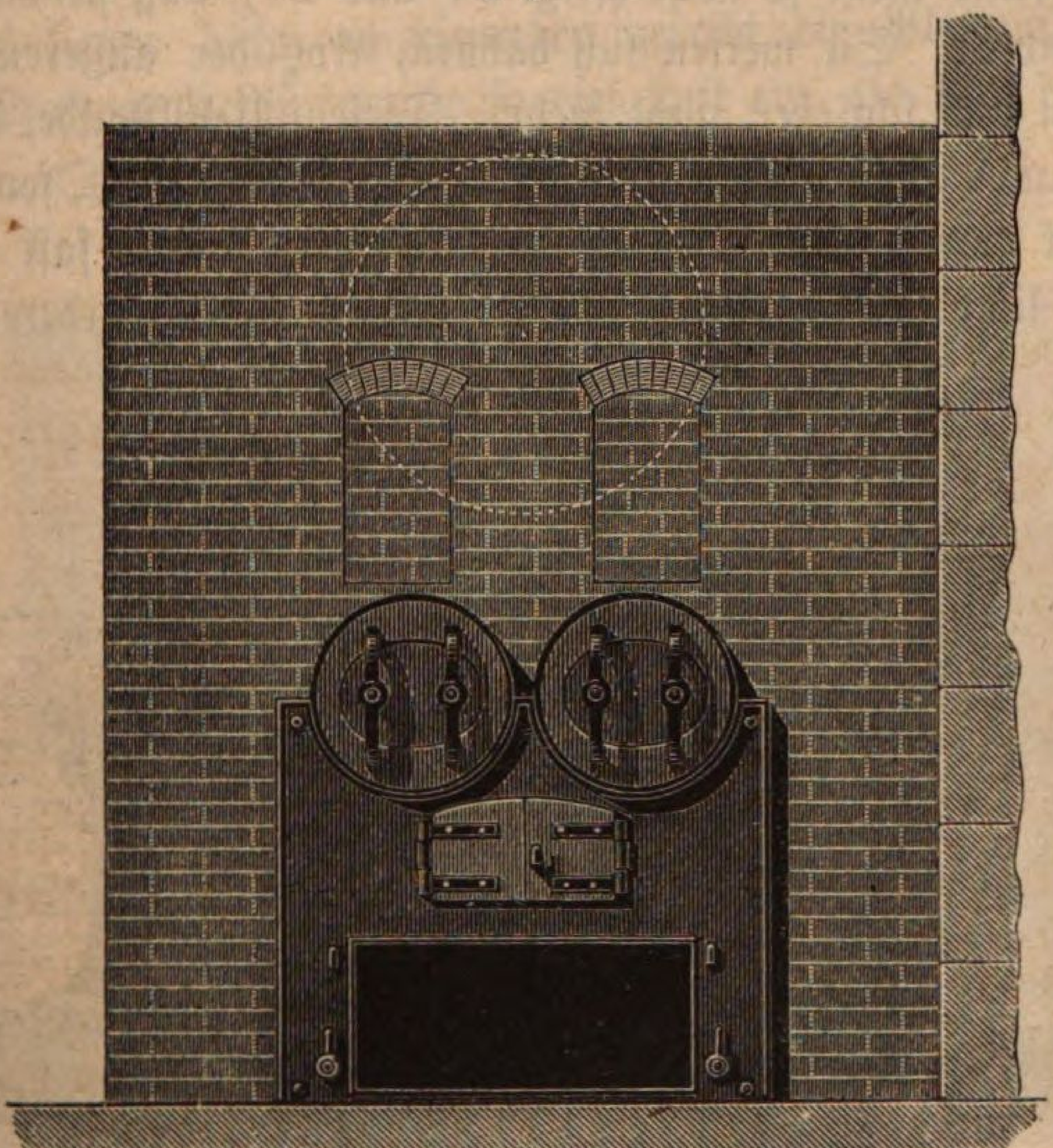
Fig. 67.



Heizöffnung 14″ (366^{mm}) breit und 12″ (314^{mm}) hoch ist. *cc* ist das Gestell oder der Rahmen, *c′* bogenförmige obere Wand zum

Tragen des Gewölbes (auch in Fig. 37 sichtbar). *dd* Löcher, durch welche die Bolzen des Trägers und der Feuerplatte gehen und vorn mit Muttern angezogen werden. Diese Ankerschrauben sind recht lang und kräftig zu machen; sie müssen bis hinter die Feuerbrücke reichen. *ee* ebenfalls Schraubenlöcher, in denen im Winkel gebogene Anker gehalten werden, die auf den Widerlagern des Gewölbes festgelegt sind. *f* die Thür aus Gußeisen, 8‴ dick; sie streicht unten über die vorspringende Leiste *g*. *h* ist ein kleiner Schieber vor einer Oeffnung, die $1^3/_4''$ Durchmesser hat. Durch diese beobachtet man das Feuer, ohne die Thür öffnen zu müssen und dadurch das Feuer zu schwächen. Bessere Schaulöcher gewinnt man auf folgende Art. Neben dem Feuergeschränk, etwa bei *aa* Fig. 71, werden eiserne

Fig. 68.



Röhren von circa 52^{mm} lichtem Durchmesser eingelegt, die vorn Fenster von gewöhnlichem, noch besser von Marienglas haben, und auf den Rost gerichtet sind.

Es empfiehlt sich zum besseren Schluß, die Thür geneigt, nicht vertikal auflegen zu lassen. (Siehe Durchschnitt Fig. 67.)

Größere Feuer werden mit zweiflügligen Thüren versehen; über den einen Flügel, welcher mit einem Griff zum Oeffnen versehen ist, legt sich die Schlagleiste des anderen. Solche Doppelthüren werden 16 bis 17″ (445^{mm}) breit und 12 bis 13″ (340^{mm}) hoch genommen.

Fig. 68 zeigt das mit der Doppelthür eingerichtete Feuergeschränke eines Siederkessels, vorgerichtet zum Tragen der Siederköpfe und zur Aufnahme einer Aschenfallthür. Letztere wird auf den vorspringenden sauber bearbeiteten Rand aufgelegt und mittelst zweier Drehriegel festgehalten. Die Verbrennungsluft tritt um so schwächer zu, je mehr diese Thür geschlossen wird.

Die Thüren an den Oefen der Schiff- und Dampfwagenkessel liegen dem Feuer meist so nahe (Fig. 21 und 25), daß sie durch dasselbe sehr leiden. Sie werfen sich dadurch trotz der äußeren Abkühlung krumm und schließen nicht mehr. Diesem Uebelstande, der auch wohl bei Landmaschinen, je nach der Beschaffenheit des Ofens, vorkommt, hilft man ab durch die Schutzplatten, welche fast von der Größe der lichten Thüröffnung sind, und mit der vorderen Thür

Fig. 69.

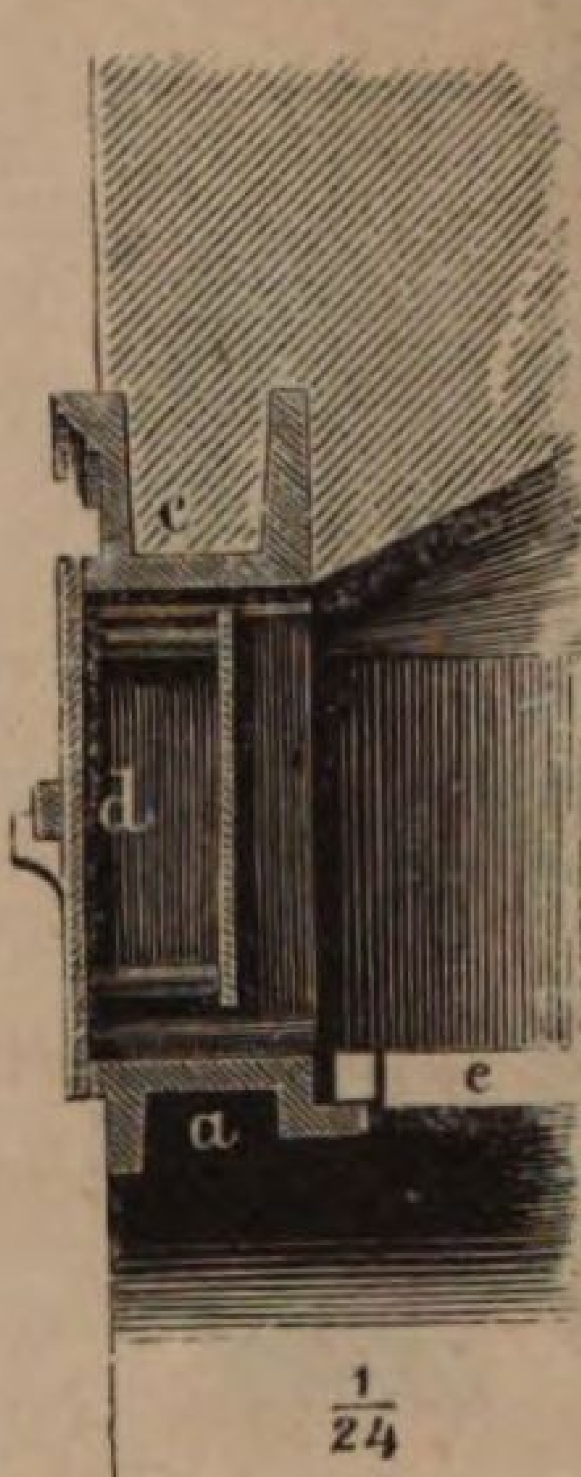
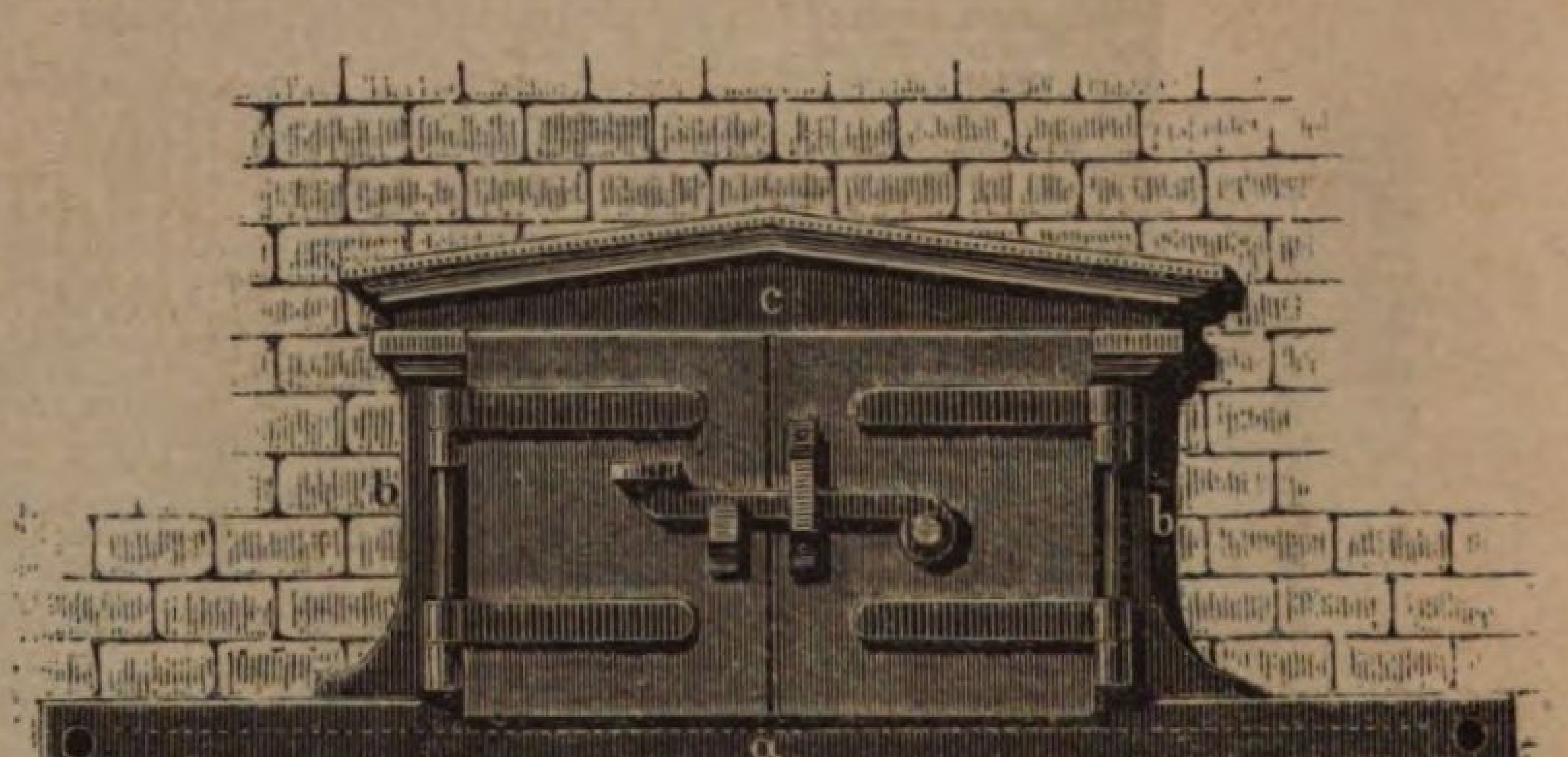


Fig. 70.



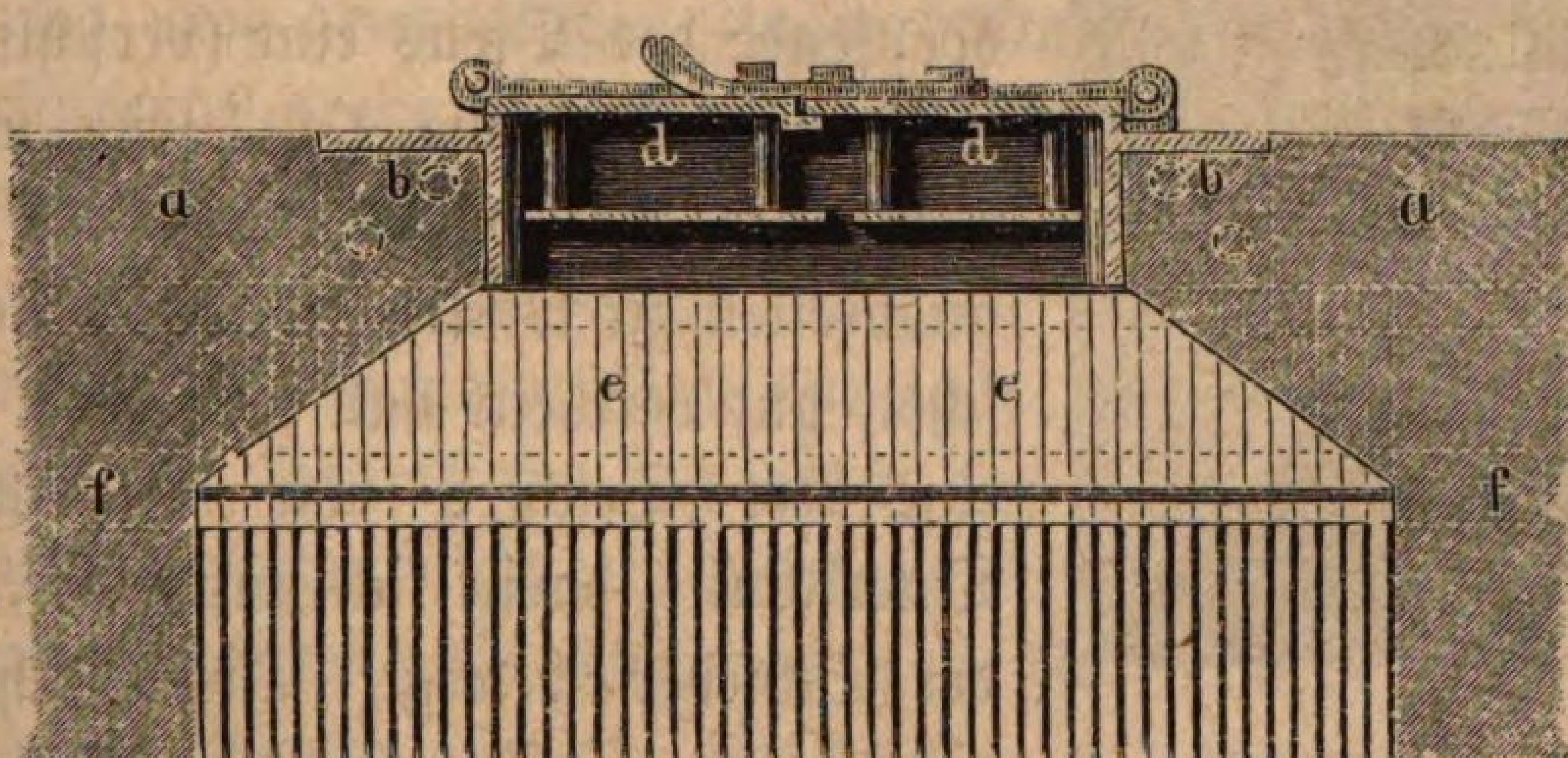
in einem Abstande von 1$^1/_2$ bis 4″ verbunden sind. Diese Platten sind $^1/_2$″ dick, mit 5 bis 7 Stiften an die vordere Thür genietet

nachdem zuvor zwischen beide Platten Ringe oder Büchsen auf die Stifte geschoben sind, welche die Entfernung derselben bestimmen.

Hier leidet also nur die Schutzplatte, und diese auch deshalb weniger, weil sie überall heiß und nicht einseitig abgekühlt wird. Doch muß dieselbe von Zeit zu Zeit erneuert werden.

Die in einem Stücke gegossenen Thürgestelle zerspringen leicht, werfen sich und lassen sodann leicht auch ein Weichen der Kesselmauer zu. Diesen Uebelständen wird durch Anwendung der in den Figuren 69, 70 und 71 dargestellten Einrichtung, welche zugleich von sehr gefälliger Form ist, abgeholfen. Auf die Platte *a* sind zwei Thürständer *b,b* aufgepaßt und mit Schrauben verbolzt. Diese tragen eine Deckplatte *c*, die ebenso mit ihnen verbunden ist. Die gußeisernen Thürflügel *dd* sind im Abstande von 4″ mit schmiedeisernen Schutzplatten garnirt. Auf dem Falz der Thürplatte und dem Roststräger *f* liegen dicht an einander gereiht die Plattenroststäbe *ee*. Dieser Plattenrost läßt gerade so viel Luft ein, als zum vollständigen

Fig. 71.



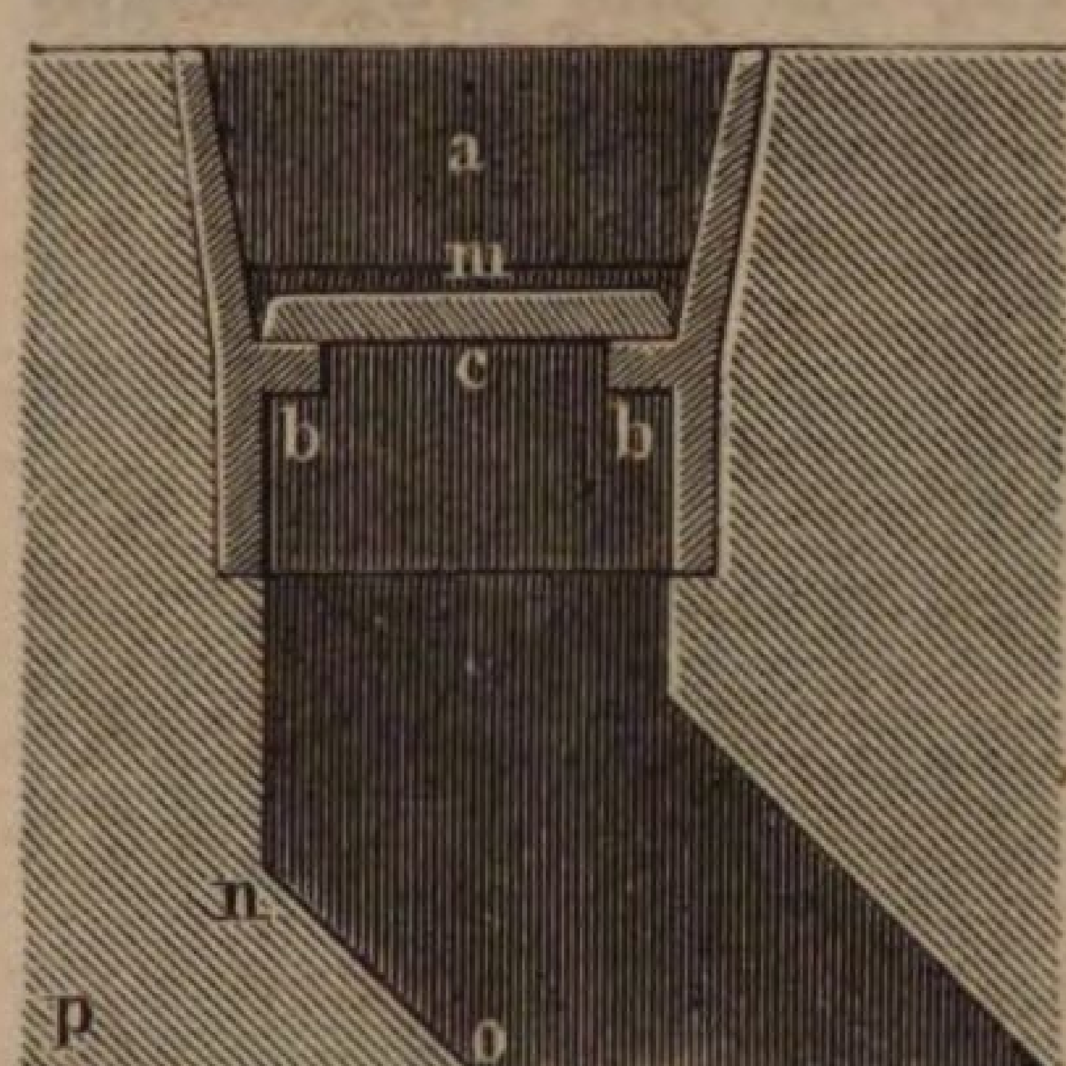
Verbrennen der Gase und zum Entzünden der vorn liegenden Kohlen nöthig ist. Verbrennen einige seiner Stäbe oder werfen sich dieselben krumm, so wechselt man nur neue ein. Gußeiserne Platten halten selten lange an dieser Stelle und ihre Erneuerung ist sehr unbequem und dazu kostspieliger als das Einlegen einzelner Stäbe.

Das vorliegende Feuergeschränke kann der Ausdehnung und Zusammenziehung besser Folge leisten als die nach den weiter oben angegebenen Constructionen; dasselbe gewährt also eine viel längere Dauer, und kann sonach sehr empfohlen werden.

Die Feuerthür von Prideaux ist zum zeitweiligen Einlassen von vorgewärmter Luft vorgerichtet, welche sie nämlich durch verstellbare und auch ganz verschließbare Oeffnungen eintreten und zwischen Blechplatten durchstreichen läßt, welche auf der Innenseite der Thür an dieser befestigt sind, also vom Feuer immer stark erwärmt werden. Die Rauchverbrennung wird dabei gefördert, ohne daß indessen ein Brennstoffgewinn fest konstatirt wäre.

61. Bei Torffeuerungen ist es gut, statt der obigen Feuergeschränke die in Fig. 72 oder die in den Figuren 44 und 45 gezeichnete Einrichtung zum Heizen zu machen. Der Torf in Stücken von 9 bis 10″ Länge, 4″ Breite und 2 bis 3″ Dicke kann nicht so gut mit der Schaufel gefaßt und durch die gewöhnliche Thür hineingeworfen werden als die Steinkohlen; da ferner der Torf gewöhnlich keine zusammenbackende Schlacken auf dem Rost bildet, so braucht man ein solches Feuer nur von unten her zu reinigen, und kann demnach die Feuerthür entbehren. Doch muß am Kopfende des Ofens eine (verschließbare) Oeffnung von etwa 4 □″ sein, um mittelst eines Schüreisens den Torf gehörig ausbreiten zu können, wenn er sich nicht schon gut vertheilt hat. *a*, Fig. 72, ist eine Art Trichter von quadratischem Querschnitt, darin sich auf den Falzen *b* der Schieber *c* bewegt. Dieser geht durch die flache Oeffnung der Seitenwand *m* und hat einen Stiel von circa 1 bis $1^1/_2$′ Länge, der etwas in die Höhe gebogen ist. Es ist hier vorausgesetzt, daß der Torf oberhalb des Trichters auf einer Eisenplatte gehäuft sei, so daß der Heizer denselben vermittelst eines flachen Hakens herbeizuziehen und durch *a* zu stoßen hat. Der geneigte Kanal muß so beschaffen sein, daß die untere Seite *no* auf die Mitte des Rostes weist und dabei mit der horizontalen einen Winkel von mindestens 50° macht ($nop = 50^0$). Ein Rost von mehr denn 6 □′ Fläche bedarf aber schon zwei solcher Schüröffnungen.

Fig. 72.



62. Die Züge oder Feuerkanäle müssen von der Feuerbrücke

an bis zum Schornstein gleichen Querschnitt haben, und dieser muß hinreichend groß sein, um die Producte der Verbrennung rasch genug und ohne Hinderung wegzuführen. Für gewöhnliche Steinkohlen und bei Dampfkesseln bis zu 6 Pferdestärken sind, um 12 Pfund in einer Stunde zu verbrennen (vergl. 43), 32 bis 36 □″ (0,0220 bis 0,0246 □ Meter) erforderlich; bei größeren Feuerungen reichen 26 bis 30 □″ (0,0180 bis 0,0206 □ Meter) für obige Kohlenmenge aus. Kleine Züge haben im Verhältniß zu ihrem Querschnitt mehr Umfang als größere, und es hat daher in denselben die Feuerluft auch verhältnißmäßig mehr Reibung. Diese ist auch bei engen Zügen wegen der größeren Geschwindigkeit der Feuerluft größer als bei weiten. Deshalb ist es rathsam, den Querschnitt der Züge nicht unnöthig klein zu nehmen. Wichtig ist aber dabei für die gute Wärmeabgabe an den Kessel, daß der radiale Abstand der Zugwände vom Kessel immer so klein als thunlich erhalten werde, jedoch auch nicht unter $4^1/_2$ Zoll (120^{mm}) hinabgehe. Jeder kleinere Abstand ist von Nachtheil, indem er den Strom der Feuerluft so zertheilt, daß derselbe bei den gewöhnlichen Zugverhältnissen nicht im Stande ist, die stattfindende große Reibung an den Kessel- und Kanalwänden zu überwinden. Wir fanden Kessel nach Fig. 57 eingemauert mit kaum 3 Zoll radialem Abstande der Züge von der Kesselwand. In diesen engen Querschnitten fand nur schwache Bewegung der Feuerluft Statt, der Hauptstrom zog durch den größeren Theil, die Heizfläche gelangte daher nicht zur Wirkung. Dieses trat erst dann ein, als an obiger Stelle die Züge auf $4^1/_2$ Zoll erweitert, an anderen Stellen deren Wände aber zur Erlangung des entsprechenden Querschnittes dem Kessel genähert wurden.

Man muß bei allen Kesseln und Feuerungen, wo sich die Feuerluft in zwei Kanäle verzweigt (Fig. 51), für diese Züge den größeren der beiden obigen Ansätze nehmen. In einem uns vorliegenden Falle haben z. B. jene Rauchrohre 341,6 □″ Querschnitt; indem nun der Kessel stündlich 135 Pfund Kohlen consumirt, muß der Querschnitt beider Züge $= \frac{135 \,.\, 36}{12} = 405$ □″ sein. Die gemauerten Kanäle macht man sogar oft noch etwas größer, wenn sie, aus Bruchsteinen gewölbt, nicht so glatt werden können, wie es bei Anwen-

dung von Ziegeln möglich ist. Um die Flugasche bei manchen Brennstoffen nicht zu weit in die Kanäle führen zu lassen, muß man hinter der Brücke den Zugkanal vertiefen und ihm daselbst den doppelten Querschnitt geben. Dadurch vermindert sich daselbst die Geschwindigkeit des Stromes der Flamme annähernd auf die Hälfte, und die Asche fällt nieder an einem Orte, von welchem sie leicht zu entfernen ist, s. Fig. 64.

63. Die Länge der Züge soll nicht übertrieben groß gemacht werden. Schreibt aber die Lokalität, z. B. die Lage des Schornsteins, eine gewisse Circulation vor, nach welcher sie sehr lang werden müssen, so muß man ihren Querschnitt um einiges vergrößern. Dieselben bis auf 90′ Länge unter und neben dem Kessel herzuführen, sollte als ein Maximum angesehen werden. Um den gewöhnlich angewendeten Dampf von 3 bis 4 Atmosphären Spannung zu erzeugen, der bis zu 145° C. heiß ist, und zur Beförderung eines guten Zuges reicht es aus, wenn die Feuerluft, in den Schornstein tretend, noch 180 bis höchstens 230° heiß ist. Die Probe über die Temperatur im Schornstein kann leicht mittelst hineingehaltener Pyrometer (Hitzemesser) oder auch Bleicomposition gemacht werden. Eine Composition von 4 Zinn und 6 Blei darf noch abschmelzen; eine andere von 4 Zinn und 10 Blei aber nicht mehr. Bei gutem Feuer und reingehaltenem Kessel und Ofen kann man beständig diesen Gang der Feuerung erhalten.

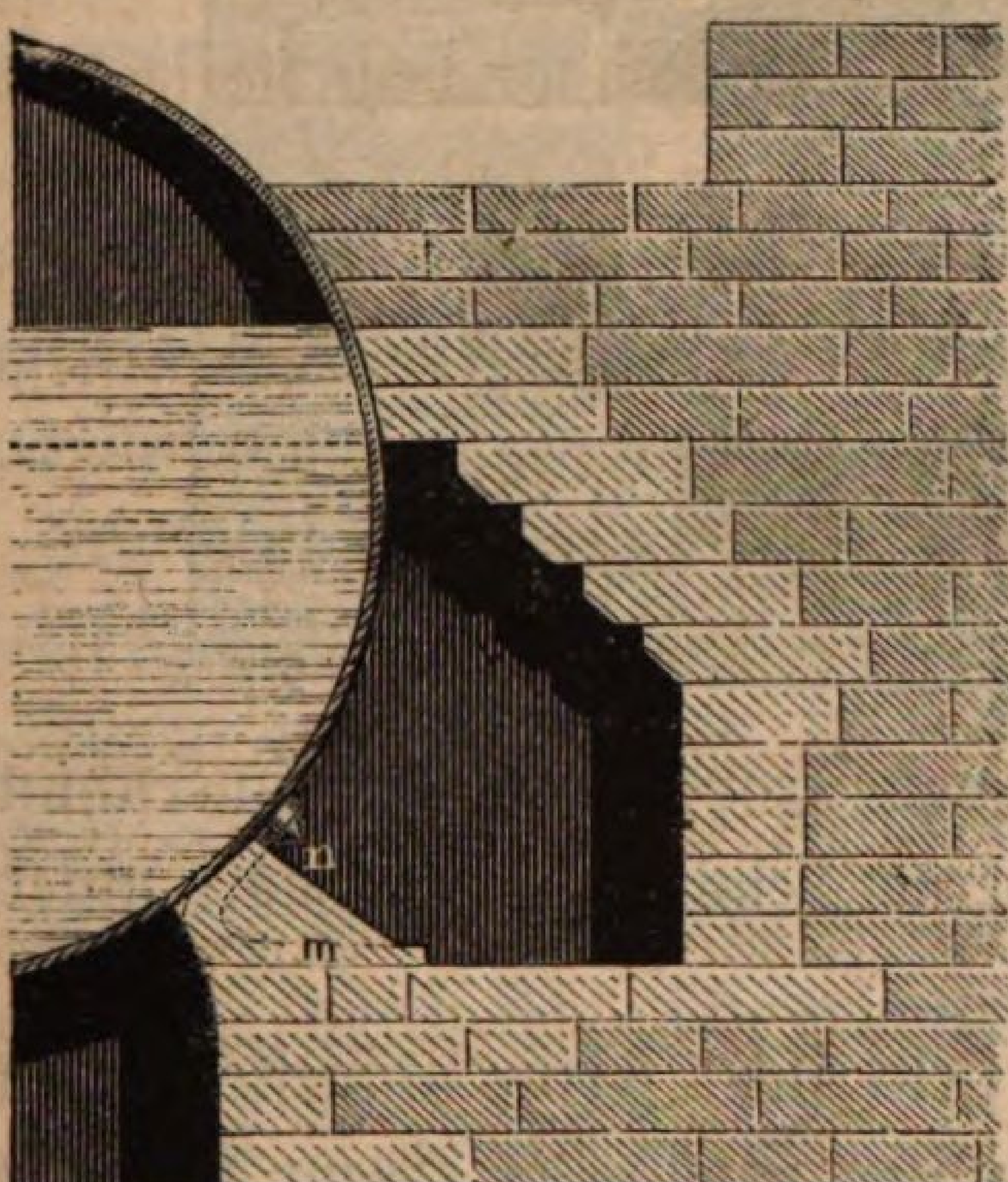
64. Weitere Erfordernisse der Züge sind größte Glätte der inneren Wandungen und Vorhandensein von Putzlöchern; der niedrigste Wasserstand im Kessel soll immer 4″ (105^{mm}) höher sein, als die Decke der oberen Züge.

Wir haben mannigfache Gelegenheit gehabt, den nachtheiligen Einfluß zu beobachten, welchen rauhe Züge auf das Feuer ausübten, und es muß ein Hauptbestreben beim Erbauen der Züge sein, jene Eigenschaft zu vermeiden.

Der untere Zugkanal eines Kessels ist leicht gut herzustellen. Vorsichtiger muß man bei den Seitenzügen verfahren. Man soll dieselben nicht wölben, weil dabei die Schlußsteine oben an die Kesselwand gelehnt und eingetrieben werden; durch die Hitze und die nachfolgende Abkühlung entstehen Fugen und wird die Spannung im

Gewölbe aufgehoben; oft bricht dann ein Ziegel ab und es stürzt darauf ein Theil des Gewölbes ein. Demgemäß ist zu rathen, daß man sich der in Fig. 73 dargestellten Mauerung mit vorspringenden Schichten bediene, welche ohne Erklärung aus der Figur deutlich ist. Die helleren Stellen bezeichnen feuerfestes, die dunkleren gewöhnliches Material. Der Kessel ruht mittelst der angenieteten Lappen oder Träger *m* auf der Mauer; diese wiederum aber nicht auf den bloßen Steinen, sondern auf einer Eisenschiene von 6‴ Dicke, $2^1/_2$″ Breite und 16″ Länge. Die Steine *n* sind auf der schmalen Seite stehend gegengeschoben, „gerollt", und es ist durch deren Böschung eine Vertiefung gebildet, in welcher sich der Ruß sammelt, ohne die Metallwand zu bedecken, wie es bei ganz flachbodigen Zügen leicht vorkommt.

Fig. 73.

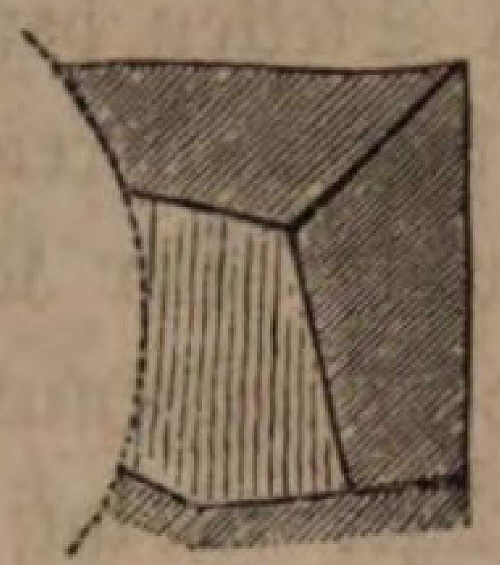


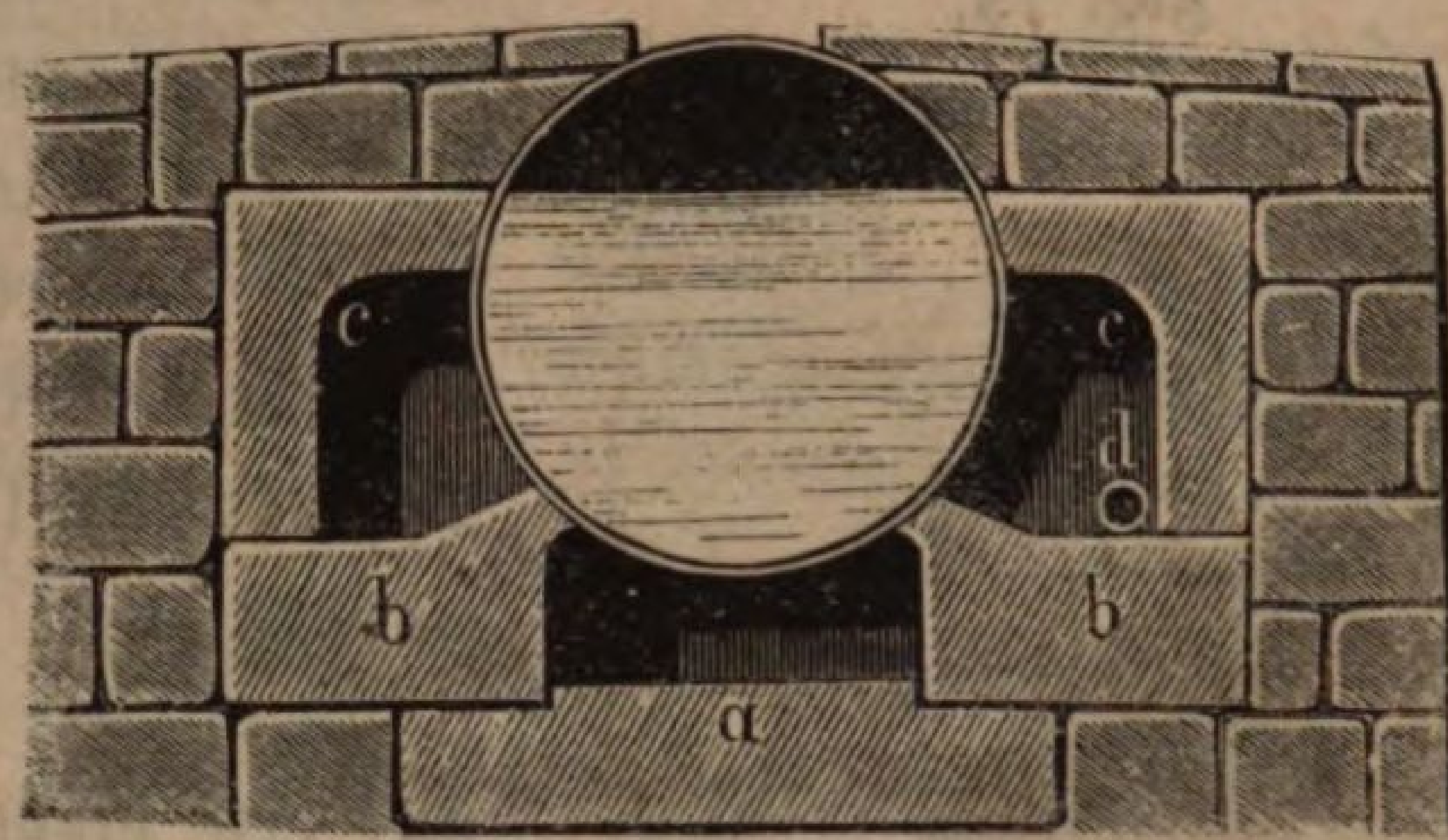
Wir haben mehrfach den feuerfesten, sogenannten Backofenstein von Bell bei Andernach zur Einrichtung ganzer Kesselöfen gebraucht. Derselbe hat sich in jeder Hinsicht so bewährt, daß wir den Fabrikanten, die der Wasserstraße des Rheins nahe liegen, sehr zu dessen Anwendung rathen können. Denn 1) ist er bei gleicher Masse, die zu einem Ofen gehört, wohlfeiler, als feuerfeste Backsteine; 2) ist an Arbeitslohn nur $^1/_3$ gegen jene zu rechnen; 3) geht auch die Aufstellung in weit kürzerer Zeit vor sich, und 4) ist der Ofen nothwendiger Weise, da er aus großen Blöcken mit nur wenigen Fugen gemacht wird, glatter, dichter und dauerhafter, als ein Backsteinbau.

Fig. 74 (a. f. S.) giebt den Querschnitt eines aus solchem Material gebauten Kesselofens. Unten ist das Bett *a*, aus 9″ dicken, 2′ breiten und $3^3/_4$′ langen Platten gebildet, darauf stehen die Blöcke *bb*, die von 2 bis $3^1/_2$′ Länge angewendet werden. Auf diesen nun stehen die Winkelsteine *c*, *c* (6″ dick), die sich oben fest an die Kesselrundung legen. Dieselben sind von 2 bis $3^1/_2$′ Länge zu haben und werden

aus einem parallelepipedischen Block gearbeitet. Man wird die Züge indeß noch billiger herstellen können, wenn man die Wandung, wie

Fig. 74.





nebenbei angedeutet, aus Platten von trapezförmigem Querschnitt bildet. Alle Fugen werden mit magerem Lehm, dem Kuhhaare untermischt sind, belegt und bestrichen.

Der Kubikfuß dieses Materials stellt sich, fertig aufgestellt, auf 7 bis 8 Sgr. Die feuerfesten gebrannten Steine zu einem Kubikfuß würden aber allein schon 17 bis 20 Sgr. kosten.

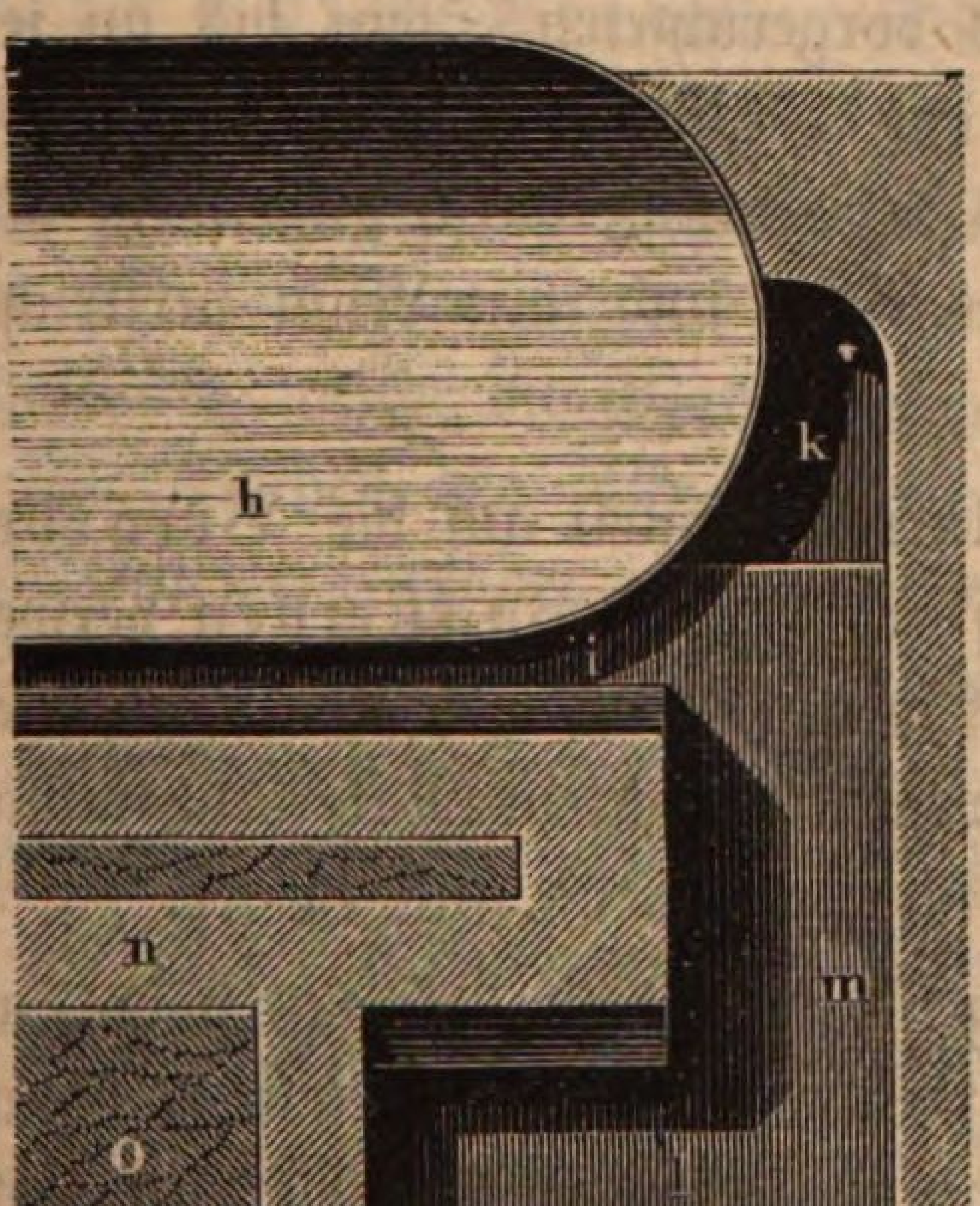
Zu dem vorliegenden Ofen wurde für das Rauhgemäuer noch ein anderes vulkanisches Produkt verwendet, nämlich das poröse Bimssteinconglomerat, welches sehr leicht und in großen Stücken bricht, und in den Rheingegenden vorzugsweise zum Herstellen der Kellergewölbe gebraucht wird. Vermöge der vielen Poren, die dieses Material hat, ist es zum Zusammenhalten der Wärme sehr geeignet und gestattet eine rasche und wohlfeile Verarbeitung. *d* in dem rechts gelegenen Zuge ist das küpferne Druckrohr der Speisepumpe, welches behufs der Erwärmung des Speisewassers hier auf eine Länge von 11′ der Feuerluft ausgesetzt wird.

Es dürfte mehr oder weniger eine jede Gegend irgend eine Steinart haben, die sich in vorstehender Art zum Bilden der Züge eignet. Wir sagen nur der Züge, und ziehen es überhaupt vor, den Feuerraum aus feuerfesten Backsteinen zu fertigen, da dieser im Verlauf der Zeit doch einmal herausgebrochen und erneuert werden muß, was wieder bei den Blöcken seine Schwierigkeit hat. Sandsteine, und unter diesen die am wenigsten gefärbten, eignen sich recht gut an Stellen, wo keine unmittelbare Berührung von Brennstoff und Stein stattfindet.

Die ebenfalls Backofensteine genannten Blöcke vom Siebengebirge dehnen sich, gemachten Proben zufolge, in höherer Temperatur sehr stark aus. Dieselben können nur zur Bildung der Züge, also zu den Stücken *c*, *c* verwendet werden. Zur Ausführung des seitlichen Mauerwerkes, da wo es keine andere als die eigene Last zu tragen hat, zur Herstellung von Schutzgewölben ($^1/_4$ Stein dick im Abstande von 3 Zoll) über dem Kessel eignen sich sehr gut die porösen gebrannten Ziegel. Sie werden durch Vermischung des Ziegelthons mit Torf, Braunkohle, Sägespänen, und Zerstören dieser Stoffe im Ziegelofen erhalten und haben dann nur $^1/_2$ bis $^3/_5$ des Gewichtes der Vollziegel aus derselben Masse.

Außer den Oeffnungen zum Reinigen der Züge, deren sich bei langem Kesselgemäuer an jedem Kopfende eine befinden muß, soll am hinteren Ende des Kessels eine oben offene Vertiefung angebracht sein, welche durch Fig. 75 erläutert ist. Darin ist *h* der Kessel, *i* der untere concentrische Zugkanal, *k* der Seitenzug, in welchem die Flamme aufsteigen soll. *l* ein hohler Raum, der eine nach außen gehende Oeffnung hat, die aber für gewöhnlich vermauert ist. *m* die in den Zug gehende Mündung, durch welche der Ruß aus *i* und *k* in *l* fällt. Dieser Rußfänger ist namentlich bei den Kesseln mit inneren Rauchrohren und bei den Watt'schen Kesseln ein wichtiges Erforderniß. Der mit Reiserbesen abgekehrte Ruß wird lediglich nach hinten gestoßen, wodurch er sogleich, ohne weiter zu hindern, bei Seite gelangt. Wenn diese Reinigung mehrere Male vorgenommen ist, wird *l* entleert und wieder verschlossen. Aus derselben Figur ist ersichtlich, wie zur Ersparung von Mauerwerk das Gewölbe *n* auf die Erdauffüllung *o* gesetzt, und wie

Fig. 75.



über diesem ebenfalls Erde eingestampft ist, um die Lehre für das verkehrte Gewölbe von *i* zu bilden. Besser als die Erdfüllung ist es, den Raum wie bei dem Kessel in Fig. 50 leer zu lassen. Die darin stehende Luft ist ein gutes Schutzmittel gegen Wärmeableitung in den Boden.

Wir haben es für vortheilhaft gegen das unvermeidliche Reißen des Kesselmauerwerkes gefunden, an den Stellen, wo sich solches vorzugsweise zeigte, z. B. an den Kopfenden, einige Spalten von vornherein zu lassen. Die Steine werden nämlich an einer solchen Spalte ohne Verband bloß zusammengestoßen, so daß sie vertikale Fugen bilden, welche nun einige unschädliche Bewegung des Mauerwerks gestatten. Diese Fugen werden mit Mörtel oder Lehm verklebt gehalten.

Der Schluß der Reinigungslöcher soll nicht durch schwache Zumauerung an der Vorderfläche geschehen, sondern es muß die ganze Oeffnung bis an den eigentlichen Zug ausgesetzt werden. Zu dem Zwecke schiebt man einen besonders vorgerichteten Stein bis an jene Stelle vor, und verschließt dann das Mauerwerk an der vorderen Fläche. Noch besser aber geschieht der Schluß durch gußeiserne Kasten, die mit feuerfester Masse ausgesetzt und mit Lehm verstrichen werden.

65. Man kann nie genug Aufmerksamkeit auf die Verarbeitung des Materials zu den feuerfesten Backsteinen verwenden. Solche Steine sind immer kostspielig und ein Ofen ist oft allein deshalb rasch durchgebrannt, weil er aus schlechtem Material gemauert wurde. Die Reparaturen sind dann zeitraubend und theuer.

Man hat zweierlei feuerfeste geformte Steine: Sandsteine und Thonsteine. Erstere müssen größtentheils aus feuerfestem Sande bestehen und nur eben so viel Thon zum Binden besitzen, als nothdürftig erforderlich ist. Der Thon ist viel weniger von feuerbeständiger Qualität zu beschaffen als der Sand. Das Merkmal für beider Güte ist die vollkommene Weiße. Man darf oft nur $1/4$ bis $1/5$ Thon nehmen, wenngleich dabei die Masse trocken und brüchig bleibt und sich nicht gut verarbeiten läßt. Solche Sandsteine bedürfen eigentlich auch gar keines Brennens; da aber alle Steine in der später eintre-

tenden Hitze schwinden, so ist es doch vorzuziehen, zur Erlangung eines dichten Ofengemäuers dieselben vorher zu brennen. Wird aber mehr Thon gegeben und sollen die Steine versandt werden, so muß man sie jedenfalls brennen, wobei man sie aber nie außen glasig werden lassen darf. Die Mengung der Materialien muß aufs vollständigste geschehen (in einer Thonmühle), so daß beim Durchbrechen eines Ziegels keinerlei Streifen, Knollen und Ungleichheiten in der Masse zu erkennen sind.

Die andere Art der feuerfesten Ziegel, die sogenannten Thon- oder Chamottesteine, wird dadurch erhalten, daß man dem frischen ungebrannten Thone hartgebrannten und nachher gestampften Thon (Chamottemehl) zusetzt und daraus Steine formt und brennt. Man brennt jenen feuerfesten Thon in Ziegelform bei möglichst starker Hitze, so daß er halbverglaset und klingend wird. Grobkörnig gepulvert mischt man ihn dann, wie vorhin angegeben, mit dem frischen Thone in einem dem besonderen Zwecke und der Beschaffenheit der Thonart entsprechenden Verhältnisse. Auf 1 Theil trockenen Thon rechnet man $1^1/_2$ bis 2 Theile Chamotte. Die Porzellankapseln geben ein sehr gutes Chamottepulver. Von den englischen aus Stourbridge-Thon gefertigten Steinen sind die mit Cowen gestempelten sehr gut. Dasselbe gilt von den Steinen aus der Fabrik von Sprot in Garnkirk, Schottland, welche die Marke Garnkirk tragen.

Die Flächen der Ziegel sollen so gerade als möglich und auch winkelrecht zu einander sein, damit nie dicke Mörtelschichten dazwischen gebracht werden müssen. Als Mörtel wendet man einen Brei an, der aus denselben Verhältnissen von Thon und Sand, in Wasser aufgeweicht, besteht, aus dem die Ziegelmasse gefertigt wird, in dem sich aber keine Steine und Knöllchen befinden dürfen. Man taucht die Steine mit den auf- und anzulegenden Flächen in den Mörtel, läßt Ueberschüssiges abfließen und fügt dann den Stein schnell ein. Der Mörtel soll nie mit der Kelle aufgetragen werden, denn alsdann wird leicht zu viel gegeben. Bei Eisenschmelzöfen schleift man sogar die Ziegel auf einander, so daß sie ganz glatt sind und eine dichte feuerfeste Masse ohne Lücken liefern. So weit braucht indessen die Vorsicht bei Kesselöfen nicht getrieben zu werden.

Es ist nöthig, daß die dem Feuer zugekehrte Fläche durch die

Hitze ins Schmelzen gerathe und dadurch eine Glasur auf den Wänden entstehe, die das Innere vor der Einwirkung des Feuers schützt. Um das Glasiren recht gleichmäßig und vollständig hervorzubringen, überzieht man die weißen Steine, überhaupt das bloßstehende Feuergemäuer, mit einer Mischung aus Lehm, Kochsalz und Essig. Dazu werden genommen 3 Theile trockener Lehm, 1 Theil Kochsalz, und beides mit schwachem Essig zu einem ziemlich dünnen Mörtel angerührt, der, gegen die Steine geworfen und verstrichen, bald trocknet und haftet. Diese Mischung schützt sowohl die Steine vor der unmittelbaren zu heftigen Wirkung des Feuers, als sie auch an die sich bildende Glasur Bestandtheile abgiebt.

66. In dem zwischen Kessel und Schornstein gelegenen Theil der Züge, dem Fuchs, ist der Schieber oder die Klappe (damper; registre) angebracht, welcher zum Reguliren des Feuers und zum gänzlichen Schließen des Ofens dient. Derselbe muß gut beweglich sein, sich nicht werfen können (deshalb aus Gußeisen gefertigt sein) und vor allen Dingen sehr dicht schließen. Fig. 76 zeigt einen Zugschieber in häufig anzutreffender Form. *R* Schieber, in einem ein-

Fig. 76.

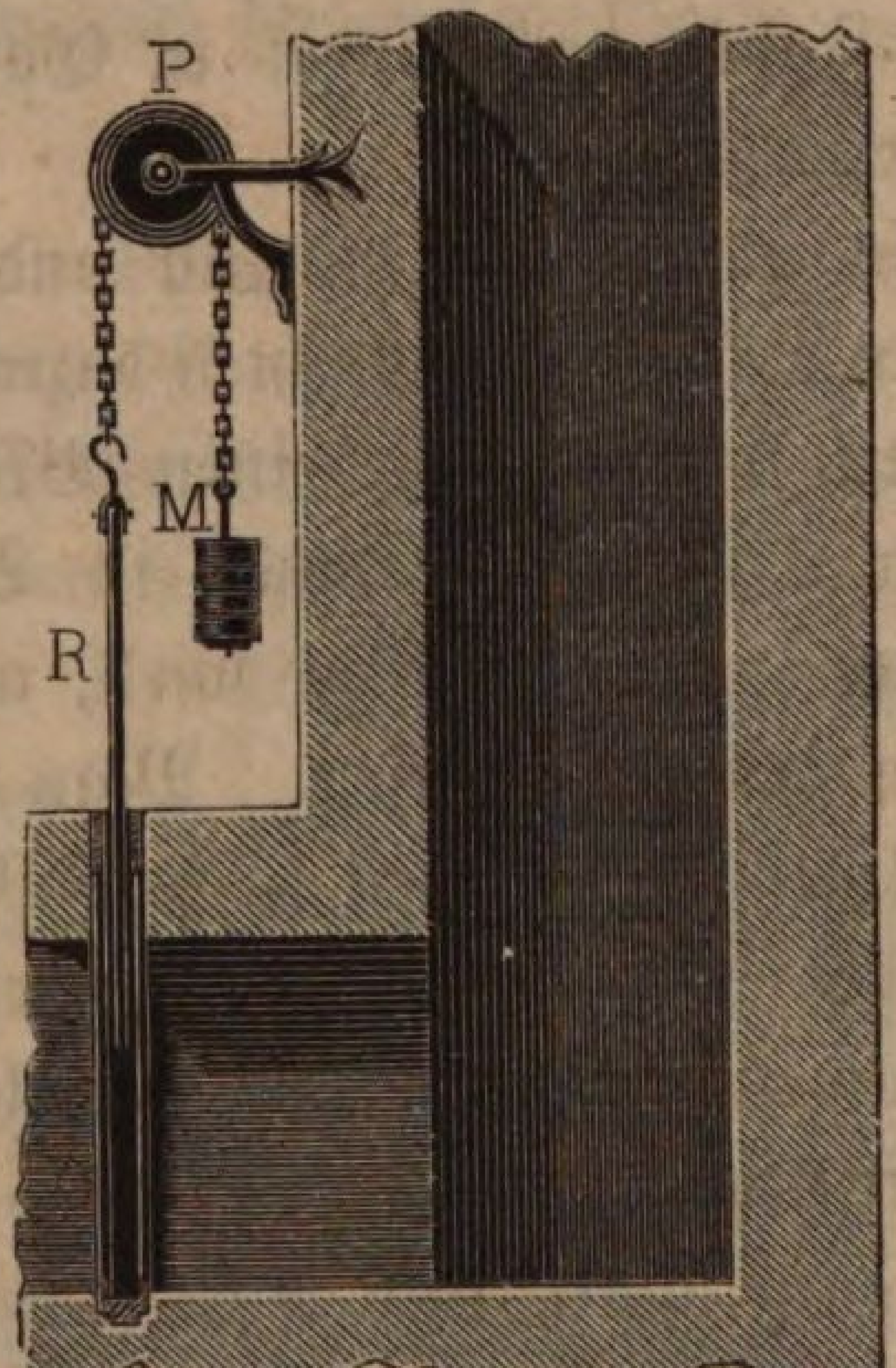
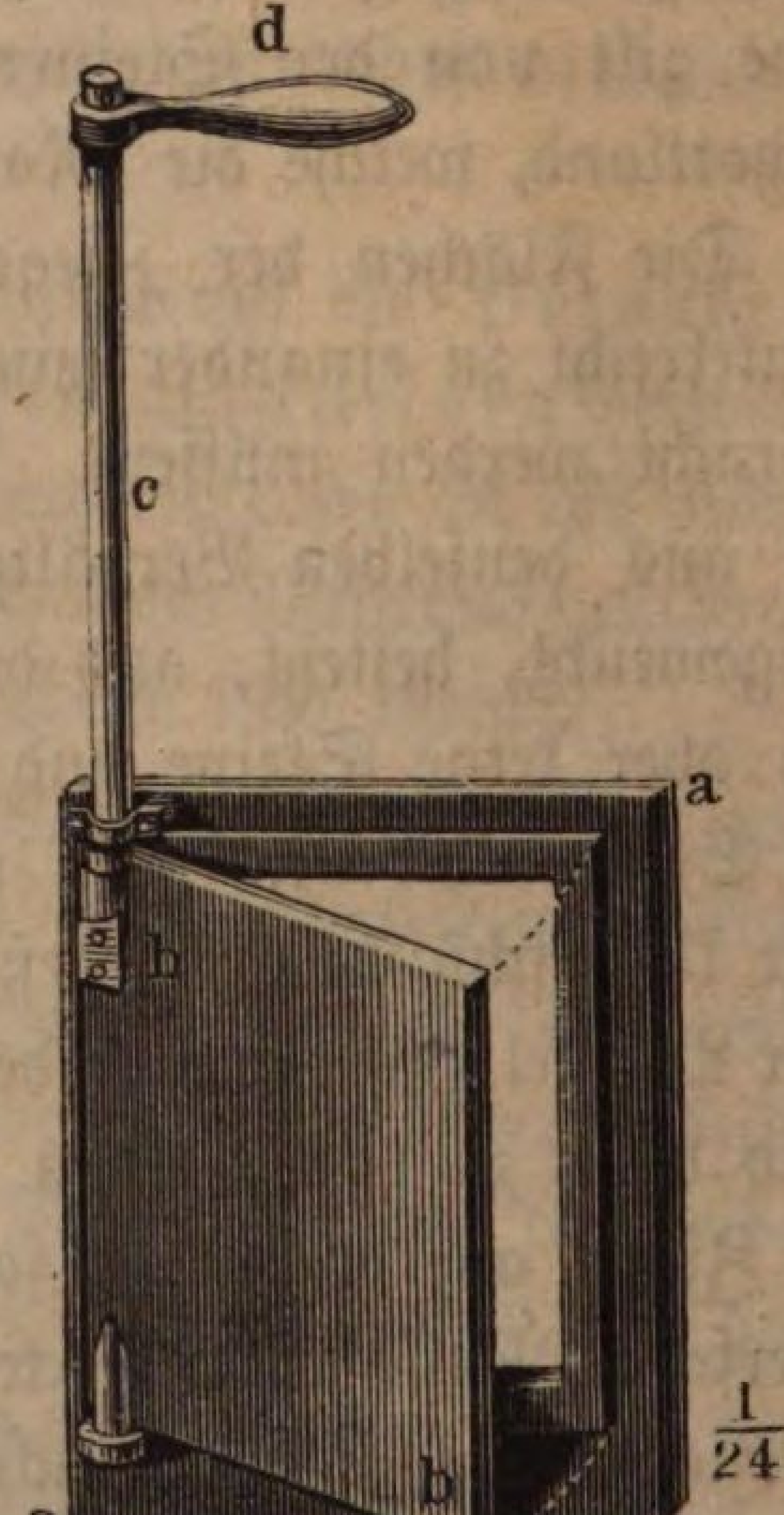


Fig. 77.



gemauerten Rahmen leicht beweglich. Getragen wird er von einer Kette, die, über die Rolle *P* gehend, ein Gegengewicht *M* trägt. Solche stehende Schieber lassen leicht kalte Luft durch die oberen Fugen ein-

Fig. 78.

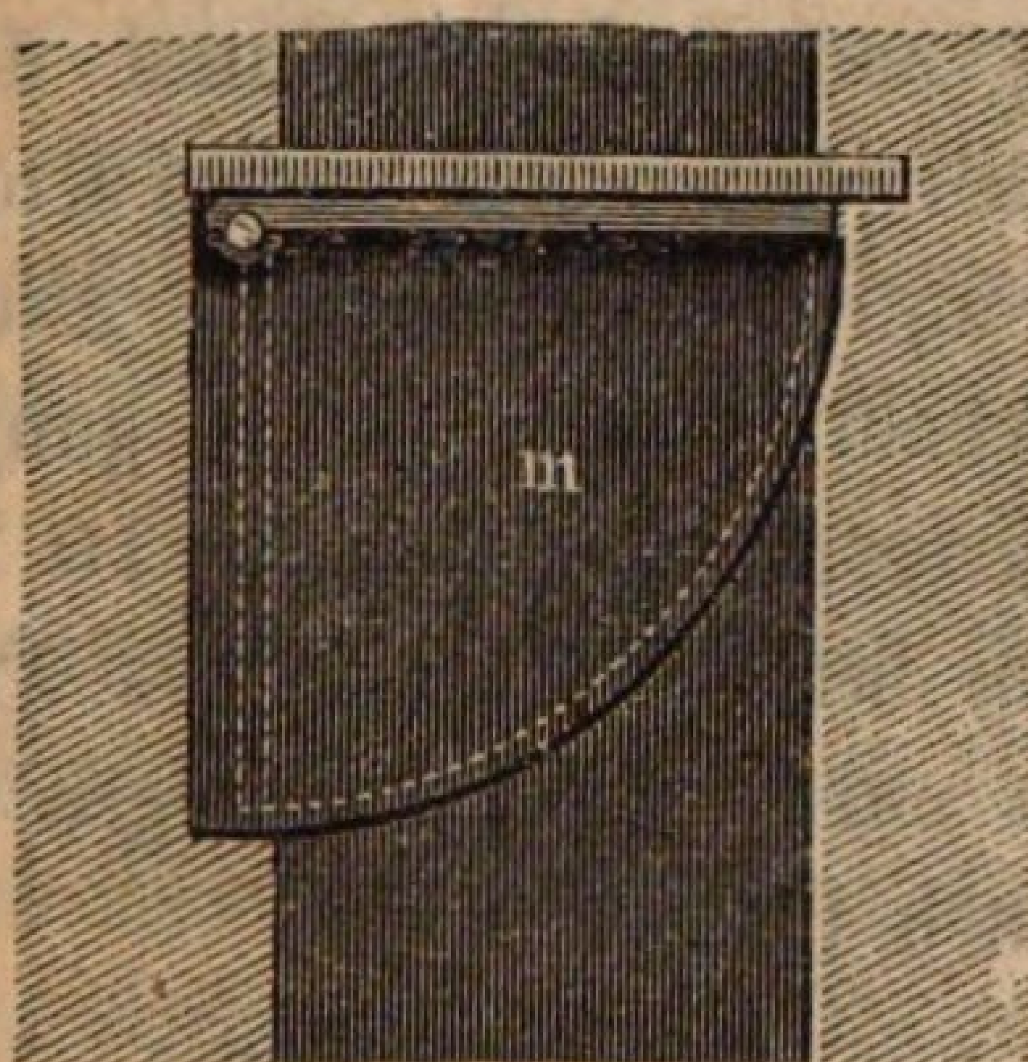


Fig. 79



treten; wir wenden daher vorzugsweise die Schieber nur da an, wo dieselben geneigt oder horizontal, wie im Schornstein selbst, liegen können; geben aber den **Klappen** nach Art der in den Figuren 77, 78 und 79 gezeichneten den Vorzug, wenn dieselben vertikal stehen müssen. Denn ein guter Schieber muß sich in seinem Rahmen lose bewegen, was aber in dem Falle einen zu wenig dichten Schluß herbeiführt, wo der Schieber aufrecht steht. Ist er aber liegend angebracht, so wird der Schluß durch das Gewicht des Schiebers verbessert.

In Fig. 77 ist *a* der Rahmen, welcher in das Mauerwerk gesetzt wird, *b* die Thür, die unten mit einem angegossenen Spurzapfen in einem Knaggen von *a* drehbar ist und an dem aufgeschraubten Stiel *c* ein zweites Lager hat. *d* ein Hebel oder Griff zum Bewegen. Auf Rahmen und Klappe sind zusammentreffende Leisten eben bearbeitet, so daß an dieser Stelle ein dichter Schluß entsteht. Die Einmauerung geschieht nach dem Grundriß Fig. 78 so, daß die Thür in eine Nische schlägt, der Kanal also ganz offen ist, wenn die Thür am weitesten aufgedreht ist. Der Kanal muß an der Stelle *m* um etwa 3″ tiefer sein, als an den übrigen Stellen, damit die Thür niemals Ruß an den Rahmen bringen und aufhäufen kann, was den dichten Schluß verhindern würde. Die Klappe in Fig. 79

hat ihre Achse in der Mitte der Platte *b*, und wird mittelst des Hebels *a* gestellt. Der Heizer hat sich oben auf der Kesselmauerung Zeichen zu machen für den Stand des Hebels oder der Zugkette bei ganz offenem und ganz geschlossenem Zustande der Klappe; ist es nun nicht mehr möglich, diese beiden Stellungen des Hebels zu erreichen, so deutet das auf Anhäufung von Ruß im Kanal und es muß das Register gereinigt werden. Wir haben mit solchen Klappenregistern bei mehreren Kesseln nach nächtlichem Stillstande Morgens noch immer 15 Pfund Dampfdruck gehabt, während unter ganz gleichen Verhältnissen mit stehenden Schiebern nur höchstens 10 Pfund blieben. Auf möglichst guten Schluß beim Aufhören des Heizens soll der Wärter sehr bedacht sein; er wird die guten Folgen davon beim Anfeuern immer recht wahrnehmen können.

Die Schieber, welche horizontal in einem Schornsteine liegen, müssen einen winkelrechten Schirmdeckel von circa 4″ Breite haben, der, wenn der Schieber eingeschoben ist, fest an der Wand des Schornsteins liegt und das Eindringen von kalter Luft in die Schornsteinröhre verhütet.

Daß Schieber und Klappen niemals den Zug verengen, also nicht kleinere lichte Oeffnungen als dieser haben dürfen, versteht sich.

67. Man findet oft an Kesselfeuerungen den Fuchs nach dem Schornsteine geschleift, d. h. hinabsteigend, z. B. die Mündung des Fuchses 3 bis 5′ tiefer als den Zugkanal des Kessels. Dieses ist immer eine unverständige Einrichtung, die gleichwohl oft von Praktikern in dem Glauben ausgeführt wird, dadurch bedeutende Zugkraft im Schornsteine und ein längeres Verweilen der Feuerluft in den Kanälen zu erreichen. Bedenkt man aber, daß dem Fallen im Fuchs ein gleichhohes Steigen im Schornsteine das Gleichgewicht hält, und daß man den anderen Zweck vollständiger mit dem Register erzielt, so wird man überzeugt sein, daß nur die horizontale oder ansteigende Führung der Kanäle gut sei. Nur da, wo viele Kesselfeuerungen in einen Schornstein münden und wo bei durchweg horizontaler Führung die Ströme der Feuerluft gegen einander stoßen würden, halten wir die Tieferlegung der Ausmündung für gut; oder wo der Schornstein weit von dem Kessel absteht und der zwischen-

liegende Raum benutzt werden soll, so daß der Fuchs unter dem Boden hergehen muß, wie z. B. in Eisenwerken.

Die Ausmündung des Fuchses in den Schornstein soll jedesmal an der oberen Kante abgerundet sein, damit die Feuerluft nicht rechtwinklig in denselben stoße und nun plötzlich umbiegen muß. Bei einzelnen Kesseln liegt die Reinigungsthür dem Fuchse gegenüber, damit man auch diesen säubern kann. Die Oeffnung des Schornsteins soll noch $1\frac{1}{2}$ bis 2′ unter die Sohle des Fuchses hinabgehen, damit derselbe nicht durch herabgefallenen Ruß verlagert werden könne.

Wenn die Züge mehrerer Kessel in einen Schornstein münden, so sind sie so anzuordnen, daß keiner gerade gegen den anderen stößt, oder der eine den anderen abschneidet, was sich bald aus dem Grundrisse der Anlage ergibt. Man erhält eine gute Einführung mehrerer Züge in einem und demselben Kamin, wenn man sie schräg ansteigend in verschiedener Höhe münden läßt; am besten aber ist, sie vor dem Schornstein in einen gemeinschaftlichen Kanal, wie *e* in Fig. 64, münden zu lassen.

Es ist ferner noch Erfahrungsregel, nach Möglichkeit einer jeden Einmündungsöffnung im Schornstein gegenüber eine gleiche Oeffnung auszusparen und diese mit einer dünnen Ziegelschicht zuzustellen. Die einseitige Anbringung der Oeffnungen ergibt nämlich zu leicht ein ungleiches Setzen des Schornsteins.

68. Das Rauhgemäuer des Kessels, d. h. die äußere Ummauerung des Feuerraums und der Züge soll diese überhaupt in ziemlicher Stärke umgeben. Bei Ziegelmauerung gibt man an den Zügen noch 1 bis 2 Steinstärken zu, so daß im Ganzen $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Steindicken entstehen. Liegen mehrere Kessel neben einander, wie es z. B. bei Fig. 53 angegeben ist, so bedarf es so starker Zwischenwände nicht. Man hat alsdann nur darauf zu sehen, daß der eine Kanal unversehrt bleiben kann, wenn der andere bei Reparaturen weggebrochen werden muß, und dazu sind 20 bis 24″ (522 bis 628^{mm}) Stärke der ganzen Zwischenwand hinreichend. Die ausgedehnte Anwendung von Luftkammern *NN*, Fig 52 und 53, ist zu empfehlen.

Das Rauhgemäuer muß ferner sehr gut gemacht sein, nicht bloß

oberflächlich und leichtfertig gemauert, wie man es manchmal findet. Wir haben solche Mauerungen gesehen, an welchen ein hingehaltenes Licht an den meisten Steinfugen hineingezogen wurde, wenn das Feuer brannte: ein Beweis, wie der Zug des Schornsteins durch alle Fugen kalte Luft einsaugte, wodurch natürlicher Weise die Heizung mangelhaft und kostspielig wurde. In einem solchen Falle — Brennerei, deren Besitzer nicht Zeit fand, den „Führer" zu lesen — war man bis zur Anwendung bester Steinkohle gekommen, um nothdürftig noch Dampf erzeugen zu können. Alles war normal an der Feuerung — nur waren vor und nach zahllose offene Fugen entstanden; diese machten den Schornstein ganz wirkungslos. Vollständig guter Effect stellte sich sofort nach Schluß der Fugen ein. Demgemäß rathen wir, das Mauerwerk, sobald es trocken ist (ungefähr nach vierzehntägigem Gebrauche), recht gut bewerfen und verputzen zu lassen. In dieser Zeit hat auch der Kessel durch seine Ausdehnung in der Wärme alle Wirkungen auf das Mauerwerk geäußert. Man untersuche nun die Anschlüsse der Mauerung an die Kesselwände, reparire Schadhaftgewordenes und trage alsdann den Bewurf auf. Die Dampfkessel zeigen ebenso wie die Roststäbe eine dauernde Vergrößerung durch die Wärme. Wenn sich später noch Risse einfinden, so kann man dieselben auf die oben angegebene Art, nämlich mit vorgehaltener Lichtflamme, auf ihre Schädlichkeit prüfen. Es ist am besten, alle Risse alsbald zu verstreichen.

Begreiflicher Weise ist in dem Mauerwerke eines Ofens viel Feuchtigkeit enthalten, welche ganz entfernt sein muß, ehe der Ofen gut brennen kann. Ist man nun genöthigt, einen neu gesetzten Kessel sogleich stark zu heizen, so leidet der Ofen durch die rasche Verdunstung der inneren Feuchtigkeit sehr. Deshalb geben wir allen Oefen horizontale Abzüge oder kleine Kanäle für die entweichenden Wasserdämpfe, hauptsächlich unter und über dem Roste, wo dieselben, 3 bis 4″ im Quadrat haltend, bis an die feuerfesten Ziegel reichen. Auch auf der Mitte der Steine *b b* in Fig. 74 sind solche alle 3′ von einander entfernt ausgespart. Wenn alle Feuchtigkeit ausgezogen ist, so werden jene Kanäle bei dem Verputzen vorn mit einem Stück Ziegel geschlossen und ebenfalls überdeckt.

Gewöhnlich bleiben circa 18″ oder mehr Höhe von der oberen

Kesselperipherie frei von Mauerung, theils damit die Flantschen der Röhren, Ventile und das Mannloch bereicht werden können, theils zur Ersparung von Mauerwerk. Hat man die Probe gemacht, daß alle Rohransätze und Flantschenverbindungen dicht sind, so belegt man die Kesseldecke mit Steinkohlenasche, Strohlehm, wie in Fig. 55 angedeutet wurde; oder noch besser und reinlicher, man bringt eine gewölbte Steindecke im Abstande von circa 3 Zoll darüber an, so daß eine Luftschicht als schlechter Wärmeleiter zwischen Kessel und Ueberwölbung bleibt; vergl. Fig. 51 bis 53, wo auch an den Seitenwänden, wie schon früher erwähnt, eine ähnliche Luftmantelung angebracht ist. Der Besitzer von drei Dampfkesseln à 600 □Fuß Heizfläche berechnete sich als jährliche Ersparniß an Heizkosten durch jene Uebermantelung die Summe von 800 Thlr.!

Eine besondere Verankerung und Einfassung des Ofens mit Gußplatten ist nur da nöthig, wo die Wände unvermeidlicher Weise dünn bleiben müssen, oder da, wo viele Oeffnungen, Putzlöcher u. s. f. sich nahe zusammen befinden, das Mauerwerk also sehr geschwächt ist.

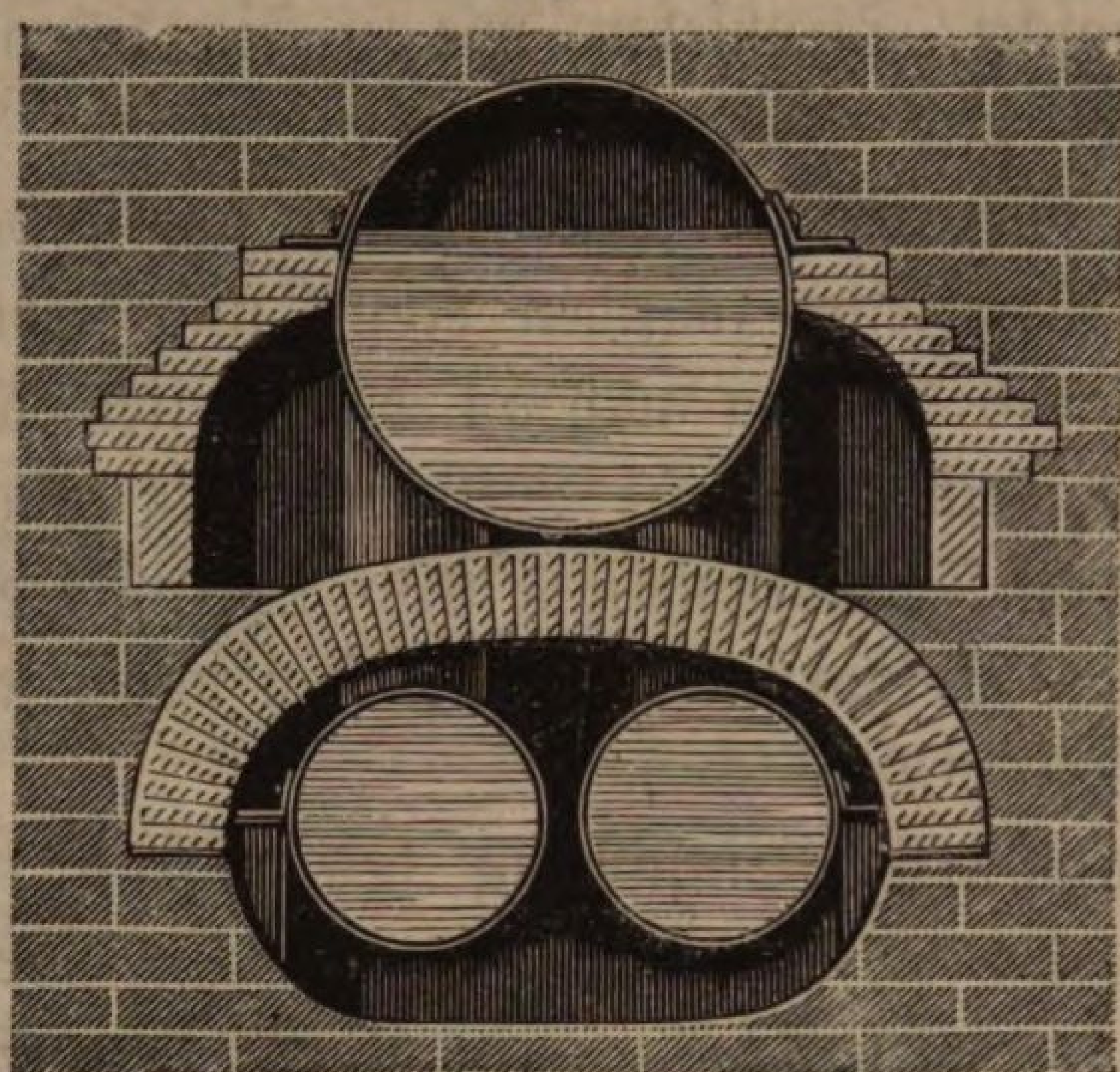
69. Es ist nun die Lage des Kessels im Ofen genauer zu erörtern. Wir haben stets mit Vortheil den Kesseln eine Neigung vom Feuer abwärts gegeben; dieselbe beträgt je nach der Länge des Kessels $^1/_{16}$ bis $^1/_8''$ auf den Fuß = 5 bis 10^{mm} auf den Meter Länge. So liegt z. B. ein Kessel von 10′ Länge am Feuer $^{10}/_8$ oder $^5/_4''$ höher, als mit dem hinteren Ende; ein solcher von 30′ aber $^{30}/_{16} = {^{15}/_8}''$ höher. Es ist nämlich einestheils diese Neigung günstiger für die Wirkung der Flamme, anderntheils und hauptsächlich aber setzen sich dadurch erdige Theile und Kesselsteine mehr an den vom Feuer entfernten Stellen fest. In Folge dessen werden also die vorderen Platten weniger angegriffen. Wenn nun, wie unter 104 zu besprechen ist, am Hintertheile des Kessels das Wasserrohr oder auch ein Ausblaserohr sich befindet, so kann das dort mehr verunreinigte Wasser jeden Abend oder Morgen theilweise ausgeblasen werden. Kessel mit flachen oder wenig gebauchten Köpfen werden der Länge nach so gelegt, daß der Anfang des cylindrischen Theiles senkrecht über dem Anfange des Rostes liegt (siehe Fig. 50 und 60).

Bei den halbkugelförmig geschlossenen Kesseln, Fig. 6, theilt man den horizontalen Halbmesser des vorderen Kopfes in drei gleiche

Theile und legt die durch den ersten Theilpunkt gezogene Linie *mn* senkrecht über den Rostanfang.

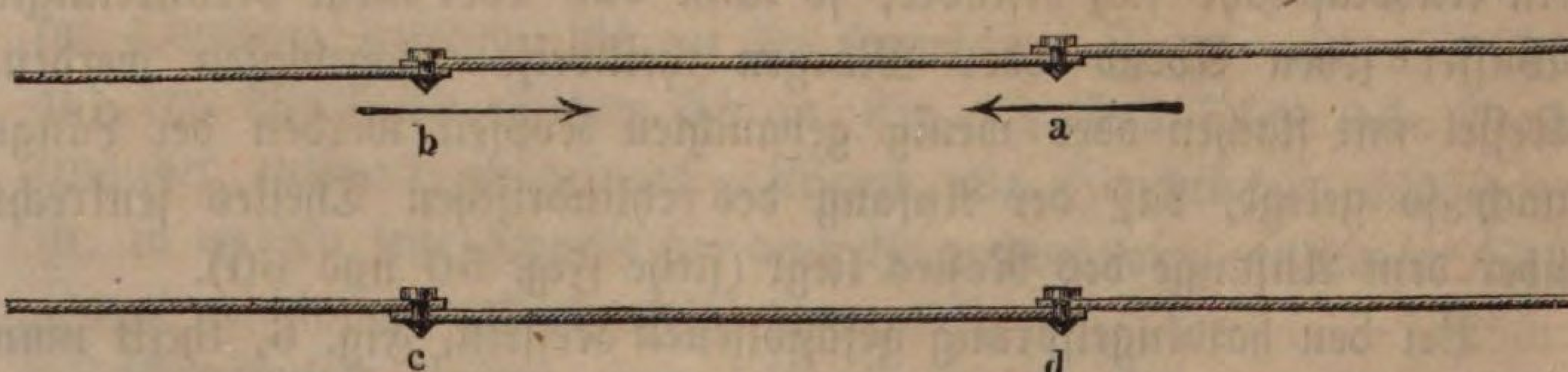
In Fig. 80 ist der Querschnitt einer Feuerung für einen Kessel mit Siedern gegeben. Sowohl die Sieder als der Kessel werden durch angenietete Träger gestützt; die Sieder sind durch ein Ziegelgewölbe überspannt. Der Zug geht nach hinten und kehrt durch beide Seitenkanäle nach vorn zurück, um in den naheliegenden Schornstein zu gehen. Es ist rathsam, alle Sieder auf den Fuß um $^1/_8''$ zu neigen und an dem Ende, welches vom Feuer abgekehrt liegt, tief unten ein Ausblaserohr anzubringen. Mehr noch als bei einem großen cylindrischen Kessel, der sich leicht befahren läßt, ist es bei Siedern erforderlich, die Reinigung mittelst des Ausblasens zu bewirken. Wenngleich bei sehr hartem Wasser, welches viel festen Stein verursacht, das Abmeißeln nicht ganz entbehrlich gemacht werden kann, so wird dasselbe bei oftmaligem Ausblasen doch nicht so oft nöthig sein.

Fig. 80.



Eine nicht minder wichtige Bemerkung über die Lage des Kessels ist die, daß die Plattenköpfe niemals gegen das Feuer und die Flamme gerichtet, sondern von demselben abgewendet sein müssen, daß also bei dem in Fig. 81 gezeichneten Kesseltheil der Feuerstrom nicht wie der Pfeil *a*, sondern wie *b* gerichtet sein muß. Ist indessen ein Kessel

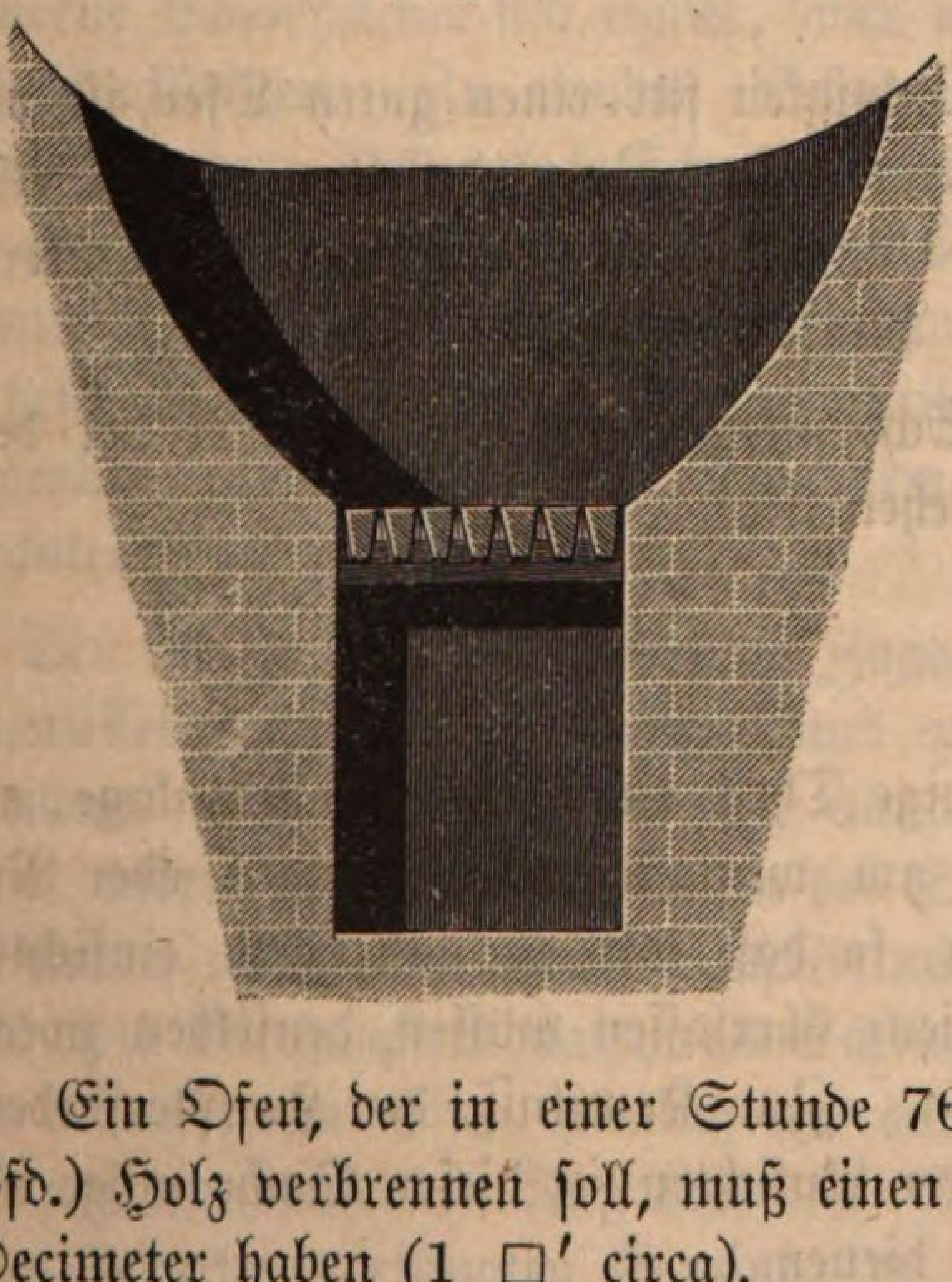
Fig. 81.



wie bei *cd* dergestalt zusammengesetzt, daß abfallende und vortretende Kanten auf einander folgen, so ist es einerlei, wie derselbe liegt, nur wird man darauf Bedacht nehmen, daß das aus den stärkeren und besseren Platten bestehende Ende des Kessels sich vorn befinde, auch daß daselbst wo möglich keine vorspringende Kante sei. Diese Vorschrift gilt indessen mehr für den Kesselfabrikanten, als für den Besteller, da jener immer genau dasjenige Kopfende des Kessels bezeichnen muß, welches über das Feuer zu liegen kommen soll.

70. Bei Holz- und Torffeuerung gelten einige von den vorigen abweichende Vorschriften für die Einrichtung des Ofens, welche durch die Natur dieser Brennstoffe bedingt sind. Da nämlich diese Materialien niemals den Rost stark verlegen und verstopfen, auch die Flamme sich rascher entwickelt, als bei Steinkohlen, so ist es nöthig, den Feuerraum vor allen Dingen hoch zu machen. Nur durch Aufhäufung hoher Massen von Holz oder Torf kann alle durch die Rostspalten gekommene Luft vollständig verzehrt und zur Erhaltung des Feuers dienstbar gemacht werden. Während der Rost für Holz oder Torf nur $^2/_3$ derjenigen Rostfläche bekommt, welche man für Steinkohlen annimmt, muß die Entfernung desselben vom Kessel beinahe doppelt so groß sein, also 20 bis 24″ (525 bis 628^{mm}) betragen. Um hierbei eine gehörig große Fläche des Kessels der strahlenden Wärme auszusetzen, müssen dann die Ofenwände schräg anlaufen, wie es die Fig. 82 zeigt.

Fig. 82.



Nach Grouvelle sind für Holz- und Torffeuerungen folgende Bestimmungen zu befolgen:

Ein Ofen, der in einer Stunde 70 bis 80 Kil. (150 bis 171 Pfd.) Holz verbrennen soll, muß einen Schornstein von 10 Quadrat Decimeter haben (1 □′ circa).

Für Buchen- und Tannenholz soll die Rostfläche das Zweifache, für Eichenholz das Dreifache des Schornstein-Querschnittes betragen.

Der Abstand des Rostes vom Kessel oder die Höhe des Ofens soll sein:

Für Tannen- und Buchenholz bei stündlichen Quantitäten von 300 bis 350 Kil. (640 bis 800 Pfd.) 0,80 Meter = $30^1/_2''$

Bei Quantitäten von 200 bis 250 Kil. (430 bis 534 Pfd.) . . . . 0,65 „ = 25″

Für Eichenholz . . . 0,54 bis 0,60 „ = $20^2/_3$ bis 23″.

Bewährte Dimensionen des Braunkohlenofens eines bestehenden Dampfkessels sind folgende:

Rostfläche 5 □′. Summe der Rostspalten 1,66 □′. Querschnitt des Fuchses 1 □′. Querschnitt des Schornsteins 1,66 □′; Höhe desselben 69′. Entfernung des Rostes von den kupfernen Siedern 12″. Neigung desselben pro Längenfuß 4″. Verhältniß der Länge des Rostes zur Breite = 2 : 1.

Man verbrennt auf diesem Rost stündlich 108 Pfund erdige Braunkohle, theils in ganzen, theils in halben Klötzen, die ganzen zu 8 Pfd. schwer.

71. Von sehr großer Wichtigkeit für einen guten Ofen ist die Beschaffenheit des Schornsteins. Den Zweck desselben und die Art seiner Wirkung findet man in 43 und in dem Nachtrage A. erläutert. Es sind hier hauptsächlich drei Punkte zu erörtern, nämlich:

a. der Querschnitt des Schornsteins, worunter immer der der lichten Oeffnung zu verstehen ist;

b. die Höhe desselben;

c. das Material desselben.

Der Schornstein ist derjenige Theil einer Dampfkesselanlage, an welchem Besitzer und Wärter am wenigsten Aenderungen oder Reparaturen vorzunehmen haben, so daß wir es ganz dem einsichtsvollen Mechaniker oder Ingenieur überlassen müssen, denselben zweckdienlich und bestens herzustellen. Zur Kenntniß der Haupterfordernisse und zur Darlegung unserer Ansichten in dieser Sache möge indessen in der Kürze Folgendes dienen.

Der Querschnitt des Schornsteins soll gleich dem der Züge des zugehörigen Dampfkessels, und bei mehreren Kesseln, die gleichzeitig arbeiten, gleich der Summe der Querschnitte von deren Zügen sein. Die betreffende Bestimmung der Züge ist in 62 angegeben worden. Es ist nun die Frage, welche Form diesem Querschnitte mit dem größten Vortheil zu geben sei. Da muß man sich unbedingt zu der des Kreises verstehen, weil dieser unter allen Figuren mit einem bestimmten Umfange die größte Fläche einschließt. Wäre z. B. einem Schornsteine ein Querschnitt von 400 □″ zu geben, so würden dem entsprechen:

ein Quadrat von 20 Zoll Seite, hat Umfang . . . . 80 Zoll,
ein Rechteck von 18″ und 22,22″ Seite, hat Umfang 80,45 „
ein Kreis von 22,6″ Durchmesser, hat Umfang . . . 70,96 „

Daß ein im Verhältnisse zur Fläche großer Umfang der aufsteigenden Feuerluft mehr Hinderniß und Reibung verursacht, als ein minder großer, ist leicht einzusehen. Nun muß aber auch das Material berücksichtigt werden, und hierbei ergibt sich, daß die runde Form wohl für eiserne, sowohl gegossene als blecherne, und für gebrannte thönerne Schornsteine sich eignet, aber weniger tauglich ist für solche aus Backsteinen. Zu runden Schornsteinen müssen nothwendiger Weise besondere Steine nach Schablonen gebrannt werden, welche letzteren sich mit der zunehmenden Höhe des Kamins ändern müssen (74). Demnach wird man lieber bei Anwendung gewöhnlicher, viel billiger zu beschaffender Backsteine die quadratische oder rectanguläre Form anwenden, und sich mit der Kreisform auf obige Materialien beschränken.

Der im Kesselofen angewandte Zugquerschnitt muß auch in dem Schornstein eingehalten werden, und zwar an der engsten Stelle desselben. In der Regel ist diese an der oberen Ausmündung gelegen, indem man die Esse wegen der Stabilität oder Standfähigkeit von unten nach oben an Querschnitt wie an Mauerdicke abnehmen läßt. Die Durchmesserabnahme des Schornsteins heißt dessen Geläuft. Ein bei eisernen Essen ziemlich gebräuchliches Geläuft ist das von $^1/_8$″ auf den laufenden Fuß oder $^1/_{96}$ dieses Maßes; man sagt von einem derartig verjüngten Kamine, er habe ein Geläuft von $^1/_{96}$.

Hat ein solcher bei einer oberen Mundweite von 11″ eine Höhe von 48′, so erhält er unten die Weite $11 + \frac{48}{8} = 17''$ Durchmesser; man gibt ihm dabei oben $^1/_8$, unten $^3/_{16}''$ Wanddicke, wobei er nebenbei bemerkt ein Gewicht von nahe 1500 Pfund bekommt.

Bei $^1/_{96}$ Geläuft ist übrigens der Kamin durch Ketten zu verspannen, damit er genug standfähig werde. Will man diese Verspannung weglassen, so muß das Geläuft auf $^1/_{80}$ bis $^1/_{72}$ vermehrt werden, wobei auch die Bleche verhältnißmäßig dicker zu nehmen sind. Ein bestehender derartiger Schornstein von 100′ Höhe hat unten 5′ 4″, oben 4′ Durchmesser, unten Bleche von $^3/_8''$, oben von $^1/_4''$.

Bei steinernen Kaminen wendet man ein weit größeres Geläuft als bei eisernen an, nämlich $^1/_{25}$ bis $^1/_{22}$ außen, $^1/_{50}$ bis $^1/_{40}$ innen, wodurch der Festigkeit der Steine sowohl als dem guten Aussehen Rechnung getragen wird. Ein Steinkamin von 100′ Höhe erhielte bei einer oberen Lichtweite von 24″, wenn man ihm ein äußeres Geläuft von $^1/_{25}$, ein inneres von $^1/_{50}$ geben wollte, und oben 3′ äußere Dicke angewandt hätte, unten die Lichtweite $24 + \frac{100}{50} . 12 = 48''$, und eine untere Dicke von $36 + \frac{100}{25} . 12 = 84''$.

72. Die **Höhe** eines Schornsteins für Dampfkessel nehmen wir von 4 Pferdestärken an immer mindestens gleich 60′ (19^{meter}) und bei geringen staubförmigen Brennstoffen 75 Fuß. Damit wird zweierlei erreicht, nämlich 1) ergibt sich (die gehörige Weite des Schornsteins vorausgesetzt) ein kräftiger Zug, und 2) werden Rauch und etwaiger Ruß so hoch in die Luft gebracht, daß sie leicht vom Winde ergriffen und vertheilt werden, also Niemand lästig fallen. Sehr viele Techniker und Feuerungskundige (so auch Grouvelle) halten Schornsteine von nur 32 bis 36′ (10 bis 12^{meter}) Höhe für genügend, um den größtmöglichen Effect von Brennmaterial zu erlangen. Es kann hier nicht auf eine umständliche Erörterung dieses Gegenstandes eingegangen werden, und wir beschränken uns daher darauf, beide Constructionen mit einigen ihrer Eigenschaften neben einander zu stellen.

Niedriger Schornstein.	Hoher Schornstein.
a. Hohe Temperatur der Feuerluft von 400 bis 500° C.	Geringe Temperatur, nämlich 180 bis 280° C.
b. Geringe Kosten für die Herstellung.	Bedeutende Kosten.
c. Mangelhafte Abführung von Ruß und Rauch.	Vollständige Abführung.

Es entstehen nun aus den Umständen unter:

a. Verlust an Wärme, demnach größerer Aufwand an Brennstoff für dieselbe Dampferzeugung.	Gewinn von 220 bis 260° Wärme zur Dampferzeugung, also Gewinn an Brennstoff.
b. Minderbetrag des stehenden Kapitals, also Gewinn an Zinsen.	Größere Kosten, deren Zinsen durch Betriebsersparnisse beigebracht werden müssen.
c. Belästigung durch diese Produkte, die dem Besitzer selbst sowohl in der Fabrikation als auch im häuslichen Leben nachtheilig und beschwerlich sind; Nachbarn, namentlich in Städten, werden klagbar und müssen entschädigt werden.	Fast gänzlicher Schutz gegen alle diese Unannehmlichkeiten und gegen Anlässe zu Geldausgaben für Reinigung und Entschädigung.

73. Dem physikalischen Gesetze zufolge, auf welchem die Wirksamkeit eines Schornsteins beruht, ist der Zug in einem hohen Schornsteine, welcher überall den erforderlichen Querschnitt hat, größer als in einem niedrigen; das hat auch die Praxis vollkommen bestätigt. Wenn nun diejenigen, welche nur niedrige Schornsteine wollen, Glas-, Eisenpuddel- und Schmelzöfen anführen, um zu beweisen, daß auch ohne hohe Schornsteine oder gar ganz ohne Kamin eine günstige Verbrennung statthaben könne, so mögen sie doch auch bedenken, daß in solchen Oefen durchaus keine Abkühlung stattfindet, daß man bei denselben nur bedacht ist, die Hitze recht hoch zu halten, und daß

das Produkt aus niedrigem Schornsteine mit großer Hitze immer gleich ist dem aus niedriger Hitze und hohem Schornsteine. Ob nun bei den genannten Oefen die Verbrennung immer vollständig ist und der größtmögliche Effect erreicht wird, steht noch sehr in Frage; die ungeheure Hitze in den kurzen Schornsteinen, die Ruß- und Rauchwolken, welche sie ausstoßen, ihr unmäßiger Verbrauch von feuerfestem Material und die fortwährenden Reparaturen scheinen das Gegentheil zu beweisen.

Wir haben vor nicht langer Zeit Gelegenheit gehabt, einige Beobachtungen zu machen, die unsere Ansicht, welche für hohe Schornsteine ist, bestätigen und unterstützen. Ein Dampfkessel, der für eine Hochdruckmaschine zum Umtriebe eines Stabeisen-Walzwerkes für circa 30 bis 36 Pferdestärken Dampf zu erzeugen hatte, wurde mit gewöhnlicher Steinkohlenfeuerung und einem Schornsteine von 120′ Höhe betrieben. Daneben befand sich ein Flammofen zum Schweißen des Stabeisens (der Pakete) mit einer Esse von 45′ Höhe. Man verband nun zum Versuche den Flammofen und den Kessel mittelst eines nur circa 8′ langen Fuchses, so daß nun die aus jenem abziehende Flamme noch den Kessel in einer Länge von circa 70 bis 80′ umspülen mußte, dann aber in den hohen Schornstein ging, ohne in den niedrigen zu gelangen. Zur größten Zufriedenheit des Besitzers arbeitete nun nicht allein der Flammofen eben so gut, ja noch befriedigender, als früher, sondern es waren auch stets vollauf Dämpfe für die Maschine vorhanden. Wohl zu bemerken ist dabei, daß bei der neuen Einrichtung auch nicht ein Pfund Steinkohle pr. Centner Stabeisen mehr verbraucht wurde, als früher. Der Dampfkessel allein brauchte früher pr. Tag, zu 24 Stunden Arbeitszeit, 60 bis 70 Centner Steinkohlen. Da diese nun aber erspart werden, so ist klar, daß man sie bei der früheren Einrichtung zu viel verbrannt hatte. Nothwendiger Weise muß die Flamme, indem sie um den Kessel geht, bedeutend abgekühlt werden, so daß einzig und allein die größere Höhe des Kamins das günstige Resultat bewirkt hat. Nehmen wir nur 280 Arbeitstage pr. Jahr und den Preis der Kohlen, wie er an jener Stelle wirklich ist, zu 7 Sgr. pr. Centner, so entsteht eine Ersparniß von 3920 bis 4300 Thaler pr. Jahr an einem einzigen Ofen! — Das möchte doch

wohl die Zinsen des Anlagekapitals für einen hohen Schornstein decken!

Ein solches Beispiel beweist, daß man überhaupt in den Feuerungen noch vieles erreichen und ersparen kann, daß die früheren Puddel- und Schweißofenanlagen, wenngleich sie große Hitze und guten Effect geben, nicht das Maximum des Effectes erreicht haben und daß man namentlich dort, wo die abgehende Hitze nicht an Dampfkessel verwendet zu werden braucht, z. B. bei völlig ausreichender Wasserkraft, die Feuerungen noch zu bedeutend nützlicherer Wirkung umgestalten könne.

Es gibt heute noch Verehrer von engen Schornsteinen; ihnen widmen wir nachfolgende Mittheilungen.

An einem Schornstein von 0,4 □^{m} lagen drei große Dampfkessel, wovon zwei stets thätig waren. Man brauchte in gewisser Zeit 280 Centner Kohlen. Dieser Aufwand fiel auf 160 Centner, als man einen neuen, 1,2 □^{m} weiten Schornstein wirken ließ.

Eine Färberei betrieb an 0,4 □^{m} weitem, 28^{m} hohem Schornstein drei Dampfkessel von zusammen 240□^{m} Heizfläche. Da bei besten Kohlen die Dampfmenge nicht zu beschaffen war, wurde an den vierten Kessel gedacht, vorläufig aber ein neuer Schornstein von 1,575□^{m} Weite und 40^{m} Höhe gebaut. Nun reichten die drei Kessel selbst bei geringeren, billigeren Kohlen aus.

74. Man wird also immer wohl thun, den Schornstein so hoch als möglich zu machen, wobei die vorhandenen verwendbaren Geldmittel bald den Maßstab geben. Viel über 120′ hinauszugehen, ist indessen nicht rathsam; denn mit der Höhe des Kamins wachsen in noch stärkerem Verhältnisse die Baukosten desselben. Einen sehr großen Einfluß auf diese Höhe hat das Material des Schornsteins. In Bezug hierauf lassen sich unterscheiden:

a. steinerne,
b. metallene Schornsteine.

Die steinernen werden gefertigt: 1) aus Bruchsteinen, 2) aus Ziegeln, 3) aus Quadern oder Blöcken.

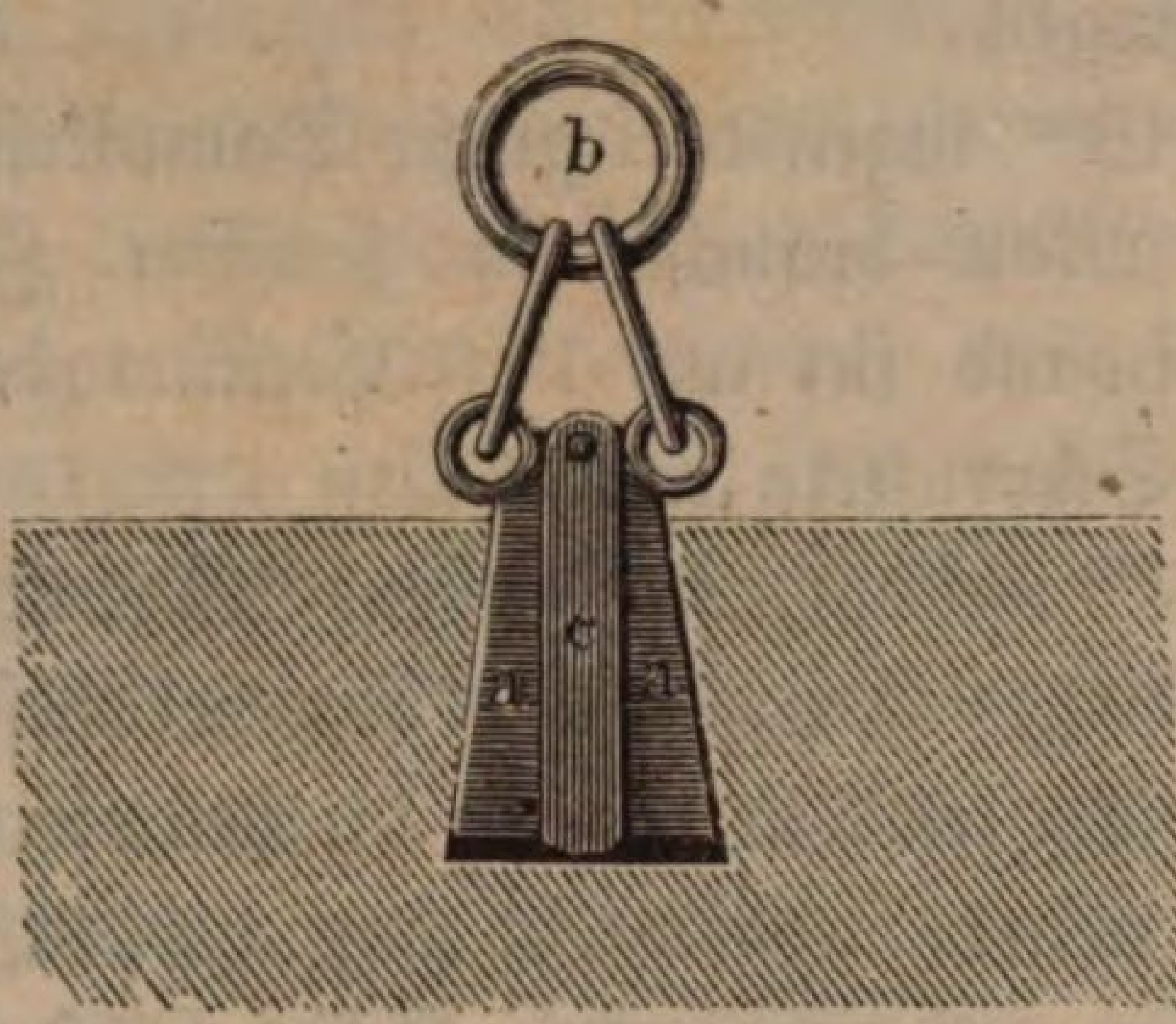
Die metallenen wiederum sind: 1) von gewalzten Eisenblechen genietet, 2) desgleichen von Kupferblech, und 3) aus Gußeisen.

Die Anwendung der Materialien 1 und 3 der steinernen Schorn-

steine ist durch das örtliche Vorkommen derselben sehr beschränkt, so daß im Allgemeinen nur die gewöhnlichen Mauerziegel in Betracht zu kommen brauchen. In der Rheingegend verwendet man mit Vortheil den Backofenstein von Bell zu Schornsteinen, der in solchen Blöcken bricht, daß eine 18″ dicke Lage eines 7′ im Geviert haltenden Schornsteins nur vier Blöcke erfordert. Dieselben werden auf eine sehr einfache Weise mit dem Seile des Hebezeuges verbunden, nämlich mittelst des in Fig. 83 dargestellten sogenannten Wolfes.

a a sind zwei nach unten sich keilförmig verdickende Kloben, oben mittelst zweier ovalen Kettenglieder mit einem kräftigen Ringe *b* verbunden, durch welchen das Zugseil geschlungen wird. In den Stein wird ein der Form der Kloben entsprechendes, unten erweitertes Loch gehauen, die Kloben *a a* eingesenkt und vor dem Anziehen des Seiles das flache Schließeisen *c* eingeschoben. Man begreift leicht, wie diese Verbindung fest wird, sobald der Stein gehoben wird. Die einzelnen Quader jeder Lage werden unter einander mit Eisenklammern verbunden.

Fig. 83.



Von Bruchsteinen eignen sich weniger die Thonschiefer und Grauwackensteine, als die Sandsteine zu Schornsteinbauten. Der Sandstein gestattet, namentlich wenn er frisch gebrochen ist, sehr leicht jede Bearbeitung, bricht gerader und winkliger, steht auch besser im Feuer, als der Thonschiefer.

Für Backstein-Kamine dürfen nur die besten hartgebrannten Steine, sogenannte Klinker, aber keine bleichen Steine verwendet werden. Eine weitere Vorsichtsmaßregel ist die, wenn mehrere Maurer gleichzeitig an einem Schornsteine arbeiten, dieselben täglich mit ihren Plätzen wechseln zu lassen. Sind also die vier Seiten *abcd* eines quadratischen Schornsteins mit vier Maurern *A B C D* besetzt, so arbeitet z. B. heute *A* an *a*, *B* an *b*, *C* an *c* u. s. f.; morgen *A* an *b*, *B* an *c* u. s. f.; Tags darauf *A* an *c*, *B* an *d* u. s. w. Der

Grund zu diesem Verfahren liegt in der Ungleichheit der Mörtelanwendung der vier Arbeiter; trägt z. B. *A* stärker Mörtel auf als *C*, der ihm gegenüber arbeitet, und gleicht solches durch Auswahl dünnerer Steine aus, so kann es nicht ausbleiben, daß der Schornstein, sobald er sich setzt, krumm wird. Mehrfache Erfahrungen haben solches bewiesen und waren Veranlassung, obiges Verfahren anzuordnen. Man wendet jetzt zu einigermaßen bedeutenden Schornsteinbauten die auswendigen Gerüste nur selten mehr an, da sie ganz enorme Kosten verursachen. Die Art, wie Schornsteine von innen gemauert und mittelst eines im Inneren stehenden Hebezeuges die Materialien heraufgeschafft werden, findet man beschrieben in den Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für Hannover, 1. Jahrgang, 7. Heft.

Wir geben hier in Fig. 84 den Querschnitt eines nach solcher Art (LüttiWir geben hier in Fig. 84 den Querschnitt eines nach solcher Art (Lütticher Methode) aufgeführten Schornsteins. In einer Ecke der lichten Oeffnung sind von 2 Fuß zu 2 Fuß flache Eisenstäbe eingelegt und übermauert, welche ein rechtwinkliges Dreieck frei lassen, in welchem sich der vertikale Baum des Hebezeuges, der circa 30′ Länge hat, schiebt. Derselbe hat oben eine drehbare Krahnenbracke mit zwei Rollen, so daß mittelst derselben mit Leichtigkeit Steine und Mörtel den Arbeitern hinaufgeschafft werden können. Die eingemauerten Stäbe dienen den Arbeitern als Leiter zum Hinabsteigen, und später bedient sich derselben vortheilhaft der Essenkehrer, dem es gewöhnlich nicht möglich ist, die hohen und weiten Schornsteine nach seiner gewöhnlichen Weise zu befahren. Damit das Aufziehen der Materialien den Schornstein nicht krumm ziehe, muß man nach jeder Erhöhung der Mauerung um 10′ die eisernen Sprossen in die entgegengesetzte Ecke des Schornsteins legen, also immer abwechseln.

Fig. 84.

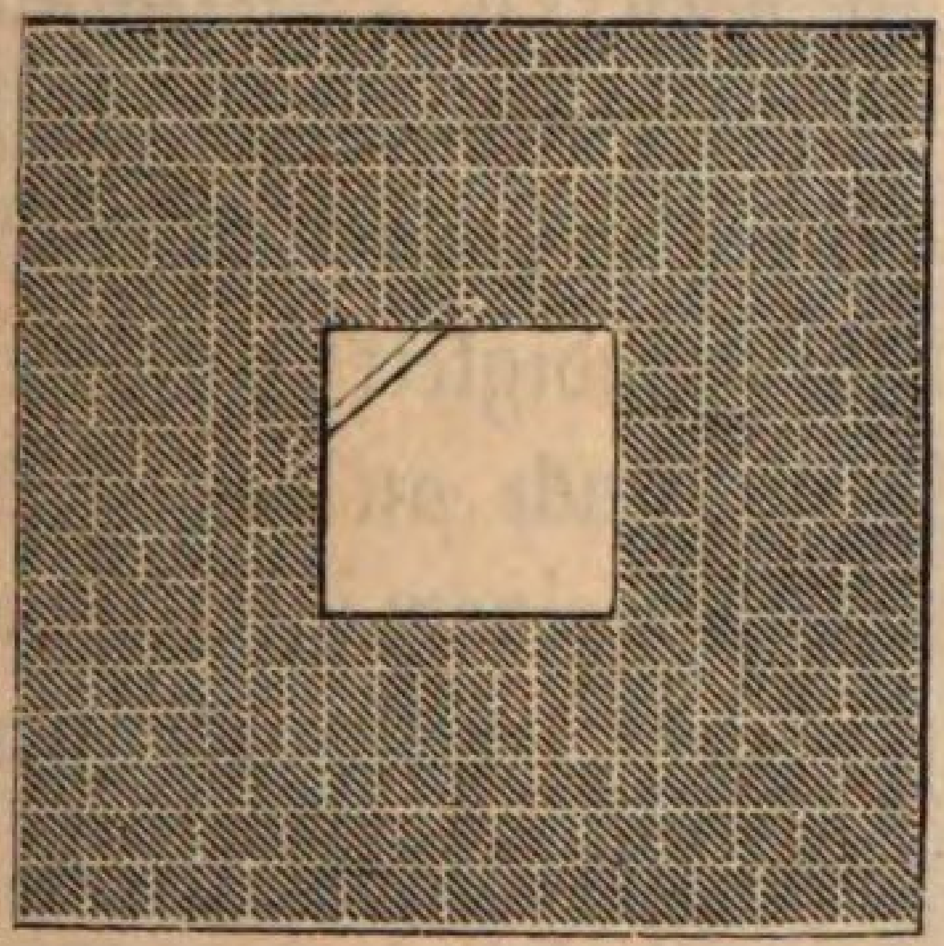


Fig. 85 (a. f. S.) zeigt den Durchschnitt eines Schornsteins in Ziegelmauerwerk. *A* Fundament auf einem Pfahlrost *B*; *C* Einmündung des Feuerkanals, *D* gußeiserner Hut.

Fig. 85.

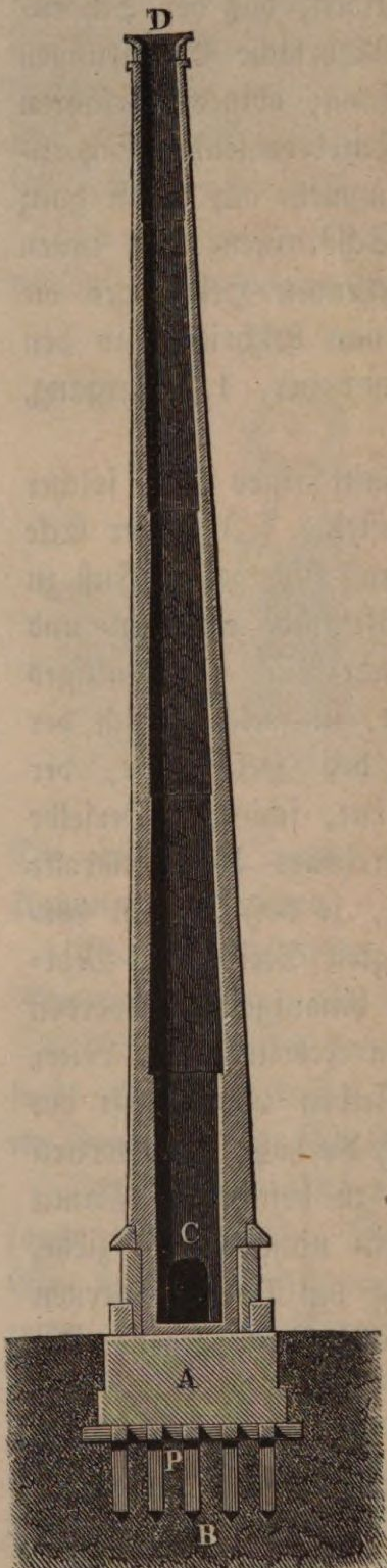
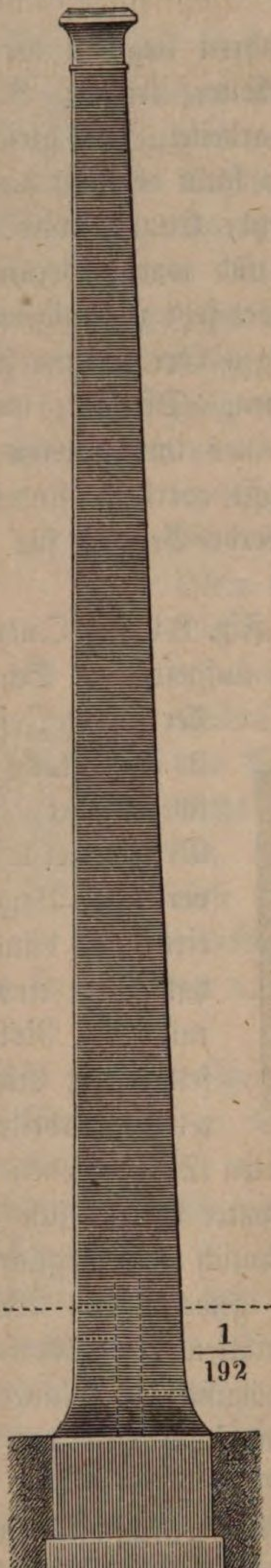


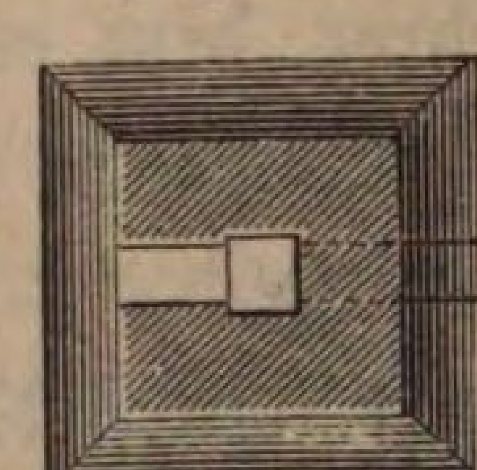
Fig. 86.



Die Absätze im Lichten sind hauptsächlich wegen Materialersparung da. Die von manchen geäußerte Meinung, als blieben in den einspringenden Räumen stehende Luftschichten, an welchen vorbeistreichend die Feuerluft sich weniger reibe, als an gerade hinaufgehenden Wänden, ist eine irrige. Die aufsteigende Feuerluft bewegt sich als expansibler Körper in dem ganzen Querschnitt mit einer durch dessen Größe beeinflußten Geschwindigkeit und reibt sich auch an den Wänden in einem ihrer Spannung entsprechenden Maße.

Die Figuren 86 und 87 zeigen im Aufriß und

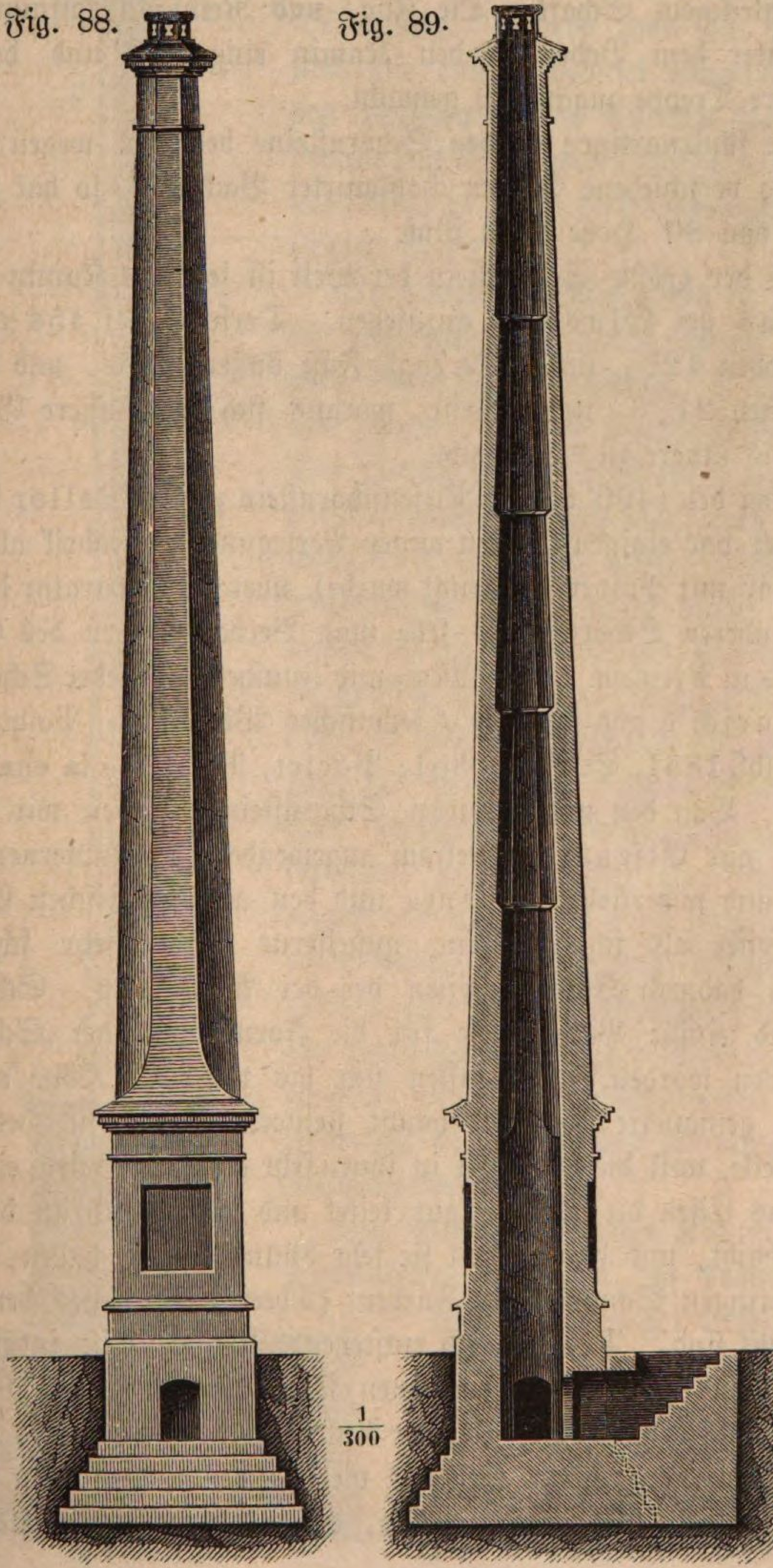
Fig. 87.



einem Horizontalschnitt einen einfach geformten vierseitigen Schornstein. Der untere punktirte

horizontale Kanal ist behufs der Reinigung angebracht. Fig. 88 und 89

Fig. 88. Fig. 89.



geben Ansicht und Durchschnitt eines 110 Fuß hohen Schornsteines mit achteckigem Schaft. Die Zug- und Reinigungsöffnungen sind hier unter dem Boden in den Kamin eingeführt und durch eine besondere Treppe zugänglich gemacht.

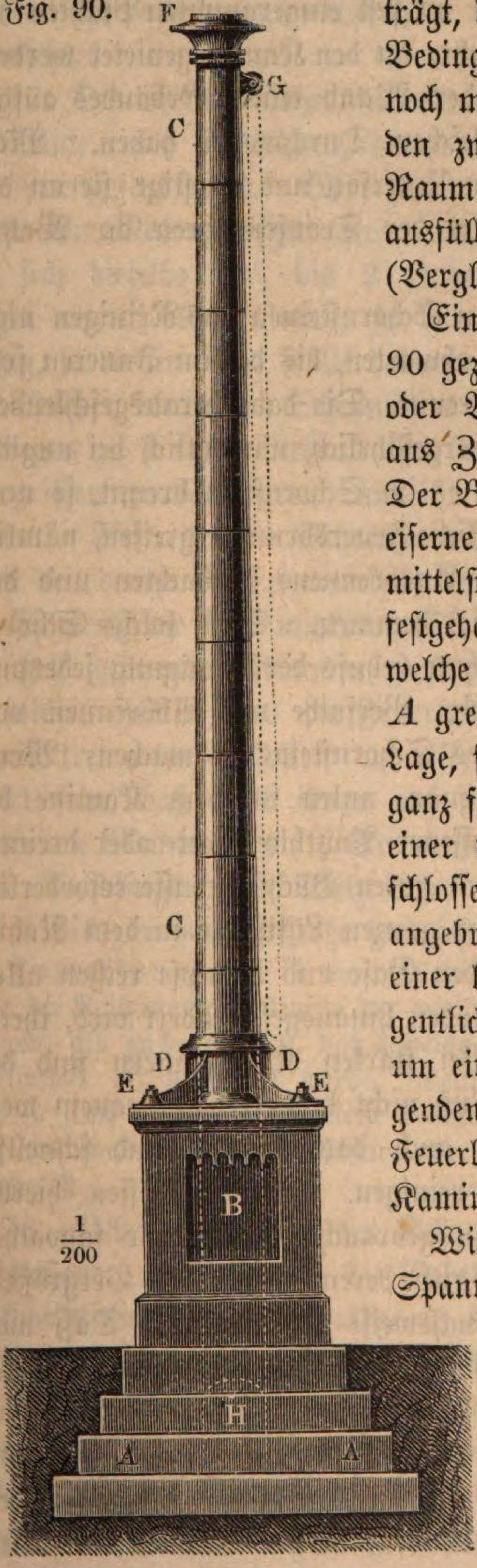
Die säulenartigen runden Schornsteine bedürfen wegen der Verjüngung verschiedene Sorten chablonirter Backsteine, so hat z. B. ein solcher von 80′ Höhe deren fünf.

Als der größte Schornstein der Welt ist jetzt ein Kamin in Port Dundas bei Glasgow anzusehen. Derselbe hat 454 engl. Fuß Höhe, oben 12¾, unten 32 engl. Fuß äußere Dicke, und oben 10′ 5″, unten 21′ 6″ lichte Weite, woraus sich das äußere Geläuft zu $^1/_{25}$, das innere zu $^1/_{40}$ ergibt.

Ueber den (400′ hohen) Riesenschornstein zu St. Rollox bei Glasgow (der vor einigen Jahren wegen Verlegung der Fabrik abgetragen, und zwar mit Pulver gesprengt wurde), über die Reparatur dieses und eines anderen Schornsteines sehe man Verhandlungen des Gewerbe-Vereins in Preußen. 1845. Mai- und Juniheft. — Ueber Schornsteine: Karmarsch's und Heeren's technisches Wörterbuch; Polytechnisches Centralbl. 1851, S. 221 u. 361; Péclet, Traité de la chaleur etc.

75. Von den metallenen Schornsteinen finden wir nur diejenigen aus Eisenblech vielfach angewendet; die kupfernen sind zu theuer und widerstehen der Hitze und den atmosphärischen Einflüssen nicht besser als schmiedeiserne; gußeiserne werden sehr schwer und bereiten dadurch Schwierigkeiten bei der Aufstellung. Schon unter 71 sind einige Verhältnisse für die Form blecherner Schornsteine angegeben worden. Sie lassen sich bis zu 150′ Höhe anwenden. Gegen gemauerte oder überhaupt steinerne stehen sie deshalb im Nachtheile, weil die Feuerluft in ihnen sehr abgekühlt wird; einestheils, weil das Eisen die Wärme gut leitet und somit rasch an die äußere Luft abgibt, und dann, weil sie sehr dünne Wände haben, die unter dem geringen Schutze eines Farben- (Theer-) Anstriches dem Wetter ausgesetzt sind. Der dadurch entstehende Nachtheil ist indessen nicht so bedeutend, daß man den eisernen Kaminen nicht in vielen Fällen den Vorzug geben sollte, da ihre Anlage zwar theurer als die gleich hoher steinerner, allein meistens viel rascher auszuführen ist; auch macht oft ein schlechter Baugrund, der keinen steinernen Kamin ver-

Fig. 90.



$\frac{1}{200}$

trägt, die Anwendung eines eisernen zur Bedingung. Würde man die eisernen noch mit einem Mantel umgeben, und den zwischen beiden Blechen bleibenden Raum mit Asche oder Thon (Steinmasse) ausfüllen, so würde vieles gewonnen sein. (Vergl. Ende 77.)

Ein blecherner Schornstein ist in Fig. 90 gezeichnet. Auf einem soliden Ziegel- oder Bruchsteinfundamente *A* steht der aus Ziegeln erbaute Sockel *B* der Esse. Der Blechkamin *C* selbst ist in das gußeiserne Fußstück eingesetzt, und zwar mittelst Keilen und einer Rostkittung festgehalten. Vier starke Anker *E E* welche bis in die Tiefe des Fundamentes *A* greifen, halten das Fußstück in seiner Lage, so daß es im Stande ist, die Esse ganz frei zu tragen. Letztere ist oben mit einer verzierenden Blechbekrönung abgeschlossen, unter welcher eine Rolle *G* angebracht ist. Diese dient zum Tragen einer leichten Kette, mittelst welcher gelegentlich eine stärkere hinaufgezogen wird, um einen den Anstrich des Kamins besorgenden Arbeiter hinaufzuwinden. Die Feuerluft wird durch den Kanal *H* dem Kaminsockel zugeführt.

Will man den eisernen Kamin durch Spannketten befestigen, so braucht der Fuß weit weniger Befestigung, als hier angegeben ist. Man setzt die Spannketten aus 6 bis 8 Fuß langen Stangen mit angeschmiedeten Oehren zusammen, und bringt die unte-

ren Enden an Gebäudetheilen oder an fest eingerammten Pfählen an, während für die oberen Enden Oehre an den Kamin genietet werden.

Eiserne Schornsteine, die an der Wand eines Gebäudes aufgerichtet werden, können überall gleichen Durchmesser haben. Man stellt sie auf einen gut gemauerten Untersatz und befestigt sie an der Wand mit Halsbändern nach Art der Traufenröhren an Wohnhäusern.

76. Man soll bei den eisernen Schornsteinen das Reinigen nicht zu selten vornehmen und niemals abwarten, bis der im Inneren festsitzende Ruß sich entzündet und ausbrennt. Die dabei herausgeschleuderten glühenden Rußklumpen sind feuergefährlich, namentlich bei ungünstigem oder starkem Winde. Wenn es im Schornstein brennt, so muß man Vorsichtsmaßregeln gegen mögliche Feuersbrunst ergreifen, nämlich den Schornstein bis zu Ende des Ausbrennens beobachten und den Zufluß von Luft so viel als möglich hemmen. Sind solche Schornsteine zu hoch, als daß ein Essenkehrer behufs der Reinigung jedesmal hinaufgehen könnte, so rathen wir, Versuche mit Abbrennen von Schießpulver im unteren Theile des Schornsteins zu machen. Wenn derselbe abgekühlt ist, entzündet man unten in dem Kamine bei geschlossenem Register und geschlossener Putzthür zwei- oder dreimal so viel Schießpulver, als zu einem guten Büchsenschusse erforderlich ist. Die plötzliche Erschütterung der ganzen Luftsäule in dem Rohre, sowie die bei dem Schuß entstehenden Gase und Dämpfe reißen allen Ruß von der Wand ab, der theils oben hinausgeschleudert wird, theils in das Innere herunterfällt. Bei starken Kesselmauern und der Einrichtung, daß der abfallende Ruß nicht hindert oder bequem weggeschafft werden kann, ist dieses auch das sicherste und schnellste Mittel, die Züge der Kessel zu reinigen. Es ist indessen hierbei bei jeder Feuerung die Vorsicht zu gebrauchen, mit sehr schwachen Pulversätzen zu beginnen, und durch deren allmäliges Vergrößern das nöthige Pulverquantum versuchsweise festzustellen. Daß man solches nicht zu groß nehmen darf, versteht sich; denn sonst könnten leicht Zertrümmerungen und Risse entstehen. Dieses Ausschießen der Züge und Kamine haben wir mannigfach zur Ausführung gebracht; regnerische Tage eignen sich am besten zur Vornahme desselben. Bei feuchter Luft und fallendem Regen kommen die Ruß-

massen sehr bald herunter und jede Spur von Belästigung ist rasch verwischt.

77. Die eisernen Schornsteine bedürfen bei anhaltendem Gebrauche alljährlich eines Anstriches, der oft nur aus Kienruß und Theer zusammengesetzt wird. Wir ziehen indeß eine gute Oelfarbe, die zu zweien Malen aufgetragen wird, vor, und haben auch gesehen, daß sich dieselbe $1\frac{1}{2}$ bis 2 Jahre recht gut hielt. Wenn man länger wartet als 2 Jahre, so leidet der Schornstein unverhältnißmäßig, ja es sind uns Fälle bekannt, wo zur großen Verwunderung der Besitzer blecherne Schornsteine plötzlich zusammenbrachen, weil sie wegen zu langen Stehens ohne neuen Anstrich zu sehr vom Rost angegriffen worden waren, um ihr eigenes Gewicht noch tragen zu können. Bei eisernen Schornsteinen vieler Kesselfeuerungen, noch mehr bei denen in Eisenwerken, ist jegliches Anstreichen am Fuße der Schornsteine fast nutzlos. Die hohe Temperatur der oftmals noch hell glühenden Flamme zerstört innen und außen das Rohr. In solchen Fällen, wo die Feuerluft noch mit großer Hitze in den Kamin treten muß, sollen die eisernen Kamine unten so weit construirt sein, daß man ihnen auf 20 bis 30′ Höhe einen inneren feuerfesten Mantel von $\frac{1}{2}$ Steindicke zum Schutze geben kann. In Eisen-Puddlings- und Walzwerken werden nicht selten die Eisenkamine bis zur ganzen Höhe feuerfest ausgekleidet.

Anmerkung. Es ist weniger wichtig, bei der Anlage eines Schornsteins die Reibungsverhältnisse der verschiedenen Baumaterialien zu berücksichtigen, als zu beobachten, daß derselbe die gehörige Weite habe und nach Möglichkeit oft gereinigt werde. Denn sind Schornsteine mit Ruß bedeckt, so sind nothwendiger Weise die Reibungscoefficienten bei allen gleich, weil alsdann nicht mehr Eisen- oder Stein-, sondern Rußwand vorhanden ist.

78. Ueber die Wahl der Schornstein-Construction können wir Nachstehendes mittheilen (s. die Tabelle a. f. S.).

Hinsichtlich der Kosten möge in Kürze Folgendes dienen.

Ein eiserner Schornstein von 48′ Länge, 16″ unterem Drchm., 12″ oberem Drchm. mit 12′ hohem, gemauertem Sockel kostete 320 Thaler.

Ein eiserner Schornstein von 60′ Länge, 25″ unterem Durchmesser, 16″ oberem Durchmesser mit 12′ Sockel 700 Thaler.

Verglichen hinsichtlich	Steinerner Schornstein.	Eiserner Schornstein.
1) der Einwirkung auf die Verbrennung;	Die Abkühlung der Feuerluft ist gering, Regen und Kälte schaden nicht sehr — also günstig.	Kühlt sehr ab, bedarf also zur Erlangung gleicher Zugkraft höherer Temperatur — nachtheilig (75.).
2) der Reibung der Feuerluft;	Auf einer Mauerfläche und bei dem meistens □Querschnitt ist diese größer als bei Eisen.	Gering, wegen Glätte des Materials und runden Querschnittes (71. und 77.).
3) der ausführbaren Höhe;	Zur Dampferzeugung 120 bis 130′ hoch; für andere Zwecke bis zu 454′ ausgeführt.	120 bis 150′. Letztere Höhe in Eisenpuddlingwerken erfordert freien Platz zur Aufrichtung.
4) des nöthigen Baugrundes;	Verlangt einen sehr guten, festen Boden oder muß bei schlechtem Baugrund eine Pfahlgründung erhalten, kann also bedeutende Kosten verursachen.	Hat wegen seines kleineren Gewichtes geringere derartige Erfordernisse.
5) der beanspruchten Grundfläche;	Verlangt gewöhnlich etwas mehr, als der eiserne Schornstein.	
6) der Dauer der Bauzeit;	Unstreitig länger hierbei.	Ist bald hergestellt, da alle Arbeiten fast gleichzeitig vorgenommen werden können. Um also in kürzester Zeit einen Schornstein zu haben sehr geeignet.
7) der Unterhaltung und deren Kosten;	Fast gar keine.	Bedarf jährlichen Anstrich, kostet demnach mehr zu unterhalten.
8) der Dauer;	So zu sagen für immer, eine gute Construction vorausgesetzt. Schornsteine für sehr hohe Temperaturgrade verlangen wenigstens unten einen feuerfesten Kernschacht.	Vergänglich und zwar mehr oder weniger je nach der Intensität der Flamme, der Instandhaltung u. s. w.
9) des Werthes eines außer Dienst gesetzten;	Ist altes Mauerwerk, gibt wenig brauchbare Steine.	$^1/_8$ bis höchstens $^1/_6$ des Anschaffungspreises werth.
10) der Herstellungskosten;	Einer großen Anzahl von Beobachtungen zufolge ist dieser billiger zu beschaffen, als der eiserne.	
11) der besonderen Qualification zu gewissen Zwecken;	Für jedes ständige Etablissement, das für lange Dauer irgendwo errichtet wird, ist dieser anzurathen.	Ist es dagegen bei der Erbauung nur auf eine lokale Ausbeutung abgesehen, die in einigen Jahren vollendet wird, will man wandern mit dem ganzen Etablissement, ist der Baugrund sehr ungünstig, so gebührt diesem der Vorzug.

Ein eiserner Schornstein von 75′ Länge, 48″ unterem Durchmesser, 36″ oberem Durchmesser mit 14′ Sockel 1800 Thaler.

Das eiserne Rohr wog 11000 Pfund.

Ein eiserner Schornstein von 75′ Länge, 60″ unterem Durchmesser, 48″ oberem Durchmesser mit 12′ Sockel 1600 Thlr.

Ein steinerner Schornstein, dessen Fundamente 13′□ und 16′ hoch aus Quadern, dessen Schaft, unten 12′□, oben 7′□ in einer Höhe von 120′ haltend, aus Ziegeln gefertigt wurde, dessen lichte Oeffnung 4′□ (16 □Fuß) mißt und von unten bis oben gleich weit ist, stellte sich auf 1920 Thaler.

Nach den Verhandlungen des Gewerbe-Vereins in Preußen, 1840, S. 165, stellte sich für Berlin: Ein Blechschornstein 60′ lang, 32″ im Durchmesser mit 20′ Steinuntersatz auf 1664 Thaler.

Ein gemauerter Schornstein von 80′ Höhe und 31″□ im Lichten 1385 Thlr.; man soll an letzterem noch die Mauerdicke vermindern, und dafür circa 300 Thlr. abrechnen können.

Ein Schornstein aus Ziegeln, 80′ hoch, 22″□ im Lichten haltend, kostete 843 Thlr.

79. Außer den besprochenen Schornsteinanlagen gibt es noch andere Mittel, den zur Verbrennung erforderlichen Zug zu bewirken, nämlich die Mittel für künstlichen Zug; sie bestehen in der Anwendung der Ventilatoren, der Exhaustoren und des Ausblasens des gebrauchten Dampfes der Maschine in einen Schornstein.

Die Ventilatoren, Flügelradgebläse oder Fachen (fan; ventilateur) werden in der Art angewendet, daß sie frische Luft ansaugen und unter den Rost treiben, wobei natürlich der Aschenfall ganz geschlossen sein muß; die eingetriebene Luft kann nur durch die Rostöffnungen und die brennenden Schichten hindurch entweichen und muß so das Verbrennen unterhalten. Die entstandene Feuerluft geht in Zügen oder Rauchröhren von der gewöhnlichen Einrichtung in einen Rauchfang, der hier lediglich den Zweck hat, den Rauch abzuführen. Mehrere Dampfschiffe der unteren Mosel besitzen solche Einrichtungen. Da man nämlich dort Woolf'sche Maschinen hat, bei welchen das Ausblasen des gebrauchten Dampfes nicht als Mittel dienen konnte, den Zug zu bewerkstelligen, und auch der Tiefgang sowie die erforderliche Anwendung von Koke einen hohen Schornstein nicht zulie-

ßen, so mußte jenes Mittel ergriffen werden. Ein Ventilator von 23″ Durchmesser und 10″ Breite, der vier Flügel hat und bei gewöhnlichem Gange der Maschine 800 Umdrehungen in einer Minute macht, speiset das Koke-Feuer auf einem Roste von 16 □ Fuß Fläche.

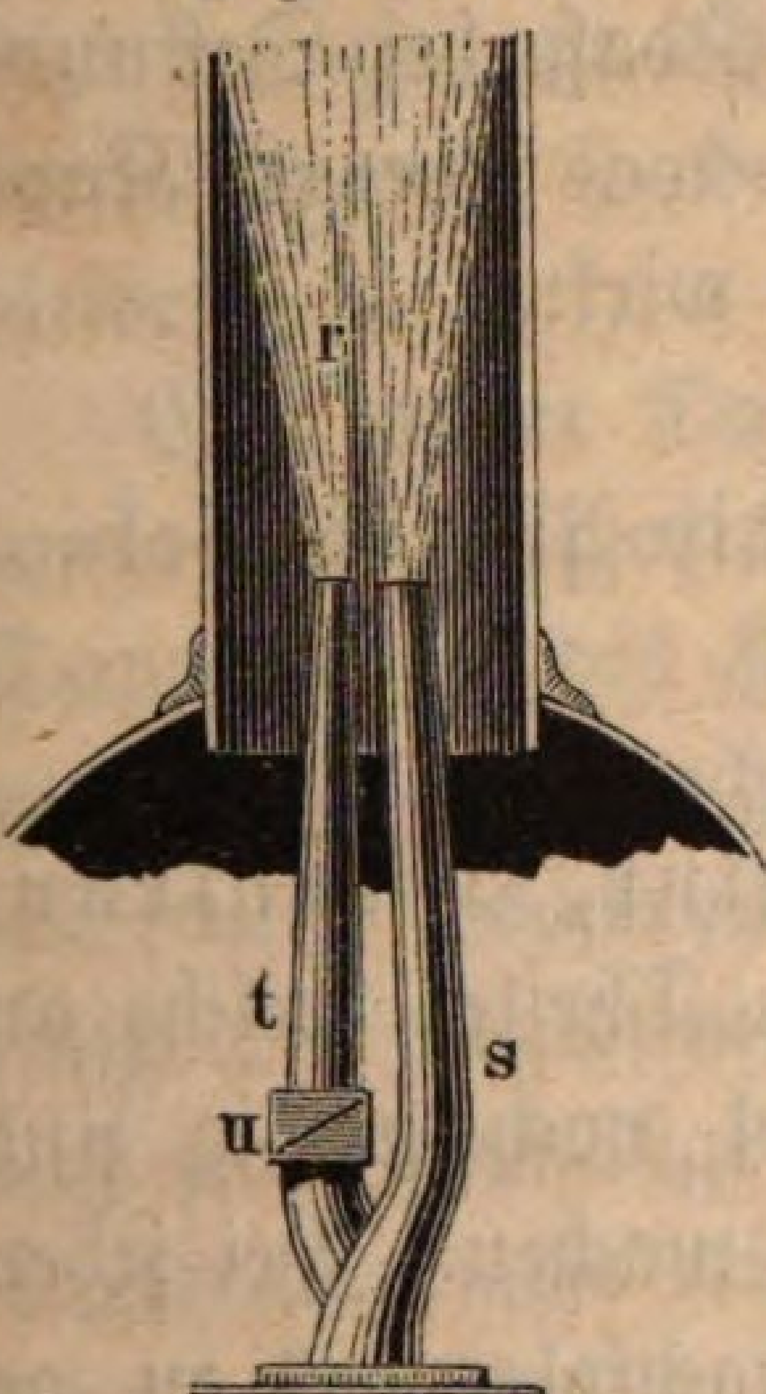
So oft bei solchen Kesseln geschürt werden soll, muß vorher der Riemen des Ventilators auf eine lose Rolle geschoben werden, oder eine Klappe im Windzuleitungsrohre geschlossen werden. Anderenfalls würden an den beiden Heizthüren mächtige Flammen herausgetrieben werden, wodurch jedes Arbeiten verhindert würde.

80. Die Exhaustoren (Aussauger) unterscheiden sich dadurch von den vorigen Gebläsen, daß sie, hinter den Zugkanal an die Stelle des Fuchses gestellt, Flammen und Feuerluft ansaugen und dann in ein Rauchrohr ausblasen. Dieses Rauchrohr oder auch Schornstein hat ebenfalls nur den Zweck, den Rauch abzuführen, und äußert gar keinen oder nur einen sehr geringen Einfluß auf die Verbrennung. Hier ist der Aschenfall offen. In Folge der Luftverdünnung, welche der Aussauger, der im Uebrigen ganz wie ein Ventilator construirt ist, in den Zugkanälen hervorruft, strömt kalte Luft durch den Rost zu den brennenden Stoffen. Im Allgemeinen haben die Feuerungen mit Aussauger nur eine geringe Verbreitung gefunden, indem sie doch viele Uebelstände mit sich führen, namentlich die Verunreinigung der Fache oder des Saugventilators durch die hindurchzuführenden Rußtheilchen, und sodann die häufig unvermeidliche Schwierigkeit des Anfeuerns. Dieser letztere Uebelstand trifft auch die obigen Ventilatorfeuerungen, wenn der Kamin nicht trotz Anwendung des Gebläses eine bedeutende Höhe hat. Da nämlich bei kaltem Kessel die Dampfmaschine den Ventilator nicht zu treiben vermag, so muß dieser, wenn nicht etwa andere benachbarte Kessel in geheiztem Zustande den nöthigen Dampf zu liefern vorgerichtet sind, beim Anheizen von Hand getrieben werden. Mit diesem Uebelstande hat auch die sonst brauchbare Beaufumé'sche Gasfeuerung für Dampfkessel zu kämpfen, indem sie der Mitwirkung eines Ventilators benöthigt ist.

81. Das Ausblasen des gebrauchten Dampfes der Dampfmaschine als Zugbeförderungsmittel findet die ausgedehnteste Anwendung auf den Lokomotiven. Dieselben sind gänzlich

darauf angewiesen, und sie würden sich anderenfalls, um Koke verbrennen zu können, auch der Ventilatoren bedienen müssen. Die Einrichtung des Blasrohres (blast-pipe; tuyau d'échappement) sieht man in Fig. 91. Daselbst ist *r* der Schornstein, im Durchschnitt genommen, *s* das gewöhnliche, beiden Maschinen gemeinschaftliche Blasrohr, *t* ein seitwärts angesetztes zweites Blasrohr mit einer Klappe *u*. Indem die Dampfmassen nach der in der Zeichnung angedeuteten Art ausströmen, füllen sie theilweise den Schornstein aus, und erzeugen durch ihr rasches Entweichen unten einen sehr luftverdünnten Raum, in welchen nun die Flamme und Feuerluft eindringen. Diese werden mit dem Dampfe herausgerissen und so der Zug unterhalten. Wird die Klappe *u* geschlossen, so daß sämmtlicher Dampf durch das Rohr *s* abgehen muß, so wird dessen Geschwindigkeit weit größer, der Luftzug also stärker, als wenn beide Röhren die Durchströmung gestatten. Demnach wird durch Schließung des Blasrohres der Zug verstärkt, durch Oeffnung vermindert. Dabei wird übrigens auch der Gegendruck des Dampfes auf die Kolben beeinflußt, und zwar bei Verstärkung des Zuges vermehrt. Doch ist der dabei eintretende Kraftverlust nicht groß. — Beim Stillstand der Lokomotive fehlt das Zugbeförderungsmittel, welches das Blasrohr liefert; man bringt deshalb neuerdings vielfach ein besonderes Dampfröhrchen an, mittelst dessen man Kesseldampf direkt in den Kamin ausblasen lassen kann, um auch auf den Bahnhöfen das Feuer beleben zu können. Derartige Blasröhrchen hat man auch auf den Dampfschiffen versucht, jedoch stören sie hier gar zu sehr durch das fortwährende Geräusch, welches sie verursachen.

Fig. 91.



Im Allgemeinen kann man über die künstliche Zugerzeugung nach den neueren Erfahrungen nicht ungünstig sprechen; die Lokomotive kann ihrer nicht entbehren; außerdem steht sogar zu gewärtigen, daß sich namentlich die Anwendung eingeblasener, vorgewärmter Luft, die zum Theil unter, zum Theil über dem Rost eingetrieben

wird, und die Verbrennungserzeugnisse ohne hohen Kamin beseitigt, für einzelne geeignete Fälle einbürgern werde, indem hierbei nicht nur eine große Wärmeersparniß, sondern auch vollständige Rauchverbrennung zu erzielen ist, wenn die Vorkehrungen gut getroffen werden. Wir sahen solche Einrichtungen mit entschieden günstigem Erfolge arbeiten. Sie gewähren auch noch den Vortheil, daß bei Oeffnung der Heizthür keine kalte Luft einströmen kann, was (vergl. Kapitel III) bei den Kaminfeuerungen leicht schädlich wirkt.

C. Von den Theilen und Apparaten, die zur Kesselmontirung gehören.

82. Unter der Kesselmontirung, -Armatur, -Garnirung oder -Ausrüstung begreift man alle diejenigen Theile, welche auf und an einem schon mit Ofen versehenen Kessel noch nöthig sind, um ihn zum vollständigen Gebrauche geeignet zu machen. Bei jedem Kessel müssen Apparate vorhanden sein, um nachfolgendes zu gestatten:

a. die Dampf-Ableitung;
b. Wasser-Zuleitung;
c. Wasserstand-Beobachtung;
d. Sicherheit gegen Uebermaß des Dampfdruckes und Explosionen;
e. Einlassen von Luft in erkaltende Kessel;
f. gänzliche Entleerung;
g. Befahrung durch einen Arbeiter;
h. stetige Erkennung des Dampfdruckes.

In dem nun Folgenden wird von den betreffenden Apparaten die Rede sein, soweit es für den vorgesetzten Zweck nöthig ist und nicht speciell die Construction und Anfertigung der neuen Theile betrifft, was Sache des Mechanikers ist. Die allgemein angewandten oder besonders von uns als gut erprobten Mittel und Einrichtungen sind in den Figuren erläutert und ausführlich beschrieben.

83. Bei den Beschreibungen der verschiedenen Kesselarten ist immer die Höhe angegeben worden, bis zu welcher das Wasser stets stehen soll. Dadurch waren Wasser- und Dampfraum eines Kessels bestimmt; in den meisten Fällen und besonders bei cylindrischen

Kesseln legt man die Scheidungslinie auf $^1/_3$ des Durchmessers von oben herunter, so bleiben also $^1/_3$ der Höhe für den Dampf- und $^2/_3$ derselben für Wasserraum. Da aber das mittlere Drittel der Kreisfläche größer ist als das obere oder untere, so ist der Rauminhalt des Wassers viel größer als das Doppelte des Dampfes oder als $^2/_3$ des ganzen Kessels. Vielmehr beträgt er $^{77}/_{100}$ des ganzen Kesselraumes, so daß nur die übrigen $^{23}/_{100}$ für den Dampf verbleiben.

Ein großer Dampfraum im Kessel ist für die Dampfmaschine immer vortheilhaft. Watt stellte fest, daß der Dampfvorrath im Dampfraume des Kessels zu mindestens vier Schwungradsumdrehungen reichen, also acht Cylinderfüllungen geben müsse. Evans nimmt bei seinen Hochdruckmaschinen doppelt so viel, also 16 Cylinderfüllungen. Lokomotiven, welche nur einen so großen Dampfraum haben, daß seine einmalige Füllung bei weniger als vier Umdrehungen der Treibräder, also mit 16 Cylinderfüllungen geleert ist, sind in der Regel mit starkem Wasserwerfen behaftet. Dieses hindert den Gang der Maschine und bedingt nothwendig größeren Brennstoffaufwand, als er bei trockengehenden Maschinen sich zeigt.

Die schädliche Folge eines zu kleinen Dampfraumes, das Wasserwerfen, kann man sich daraus erklären, daß bei der raschen Abnahme der Dampfspannung bei jedem Kolbenhub die sogenannte spontane Dampfbildung (vergl. Anmerkung zu 34) sehr heftig wird und starke Wallungen des Wassers hervorruft, die dann namentlich bei den schon ohnedies in schüttelnder Bewegung befindlichen Lokomotiven dem abströmenden Dampfe Wassertropfen beimengen müssen. Man suche deshalb den Dampfraum stets so groß zu halten, als es bei der Rücksicht auf die Heizfläche thunlich erscheint; die Dampfdome sind hierzu sehr nützlich.

84. Von dem Obertheil des Kesseldaches, dem Scheitel des Kessels, wird der Dampf abgeleitet durch ein verhältnißmäßig weites Dampfrohr. Dieses Rohr befindet sich am vortheilhaftesten da auf dem Kessel, wo das Feuer unter demselben liegt, wo also immer die stärkste Dampferzeugung stattfindet. Obgleich man nie gehalten ist, gerade diese Anordnung zu treffen, vielmehr die Ableitung an jeder Stelle der von Dampf bespülten Wände geschehen kann, so wird doch

Obigem gewöhnlich der Vorzug gegeben, vorausgesetzt, daß dabei dem Fortreißen von Wassertheilen gehörig vorgebeugt werde. Es ist bei den Dampfröhren von Wichtigkeit, daß sie vom Kessel aus vertikal aufsteigen, einen reichlich großen Querschnitt und irgend eine Schutzvorrichtung haben, damit der abziehende Dampf nicht mit fortgerissenen Wasserblasen und Tropfen untermengt sei; wenn diese weiter fortgeführt werden, so vermindern sie durch fortwährende Condensation des Dampfes dessen Wärme und Spannung und wirken auf diese Weise sehr nachtheilig. Außerdem wird durch das flüssig bleibende Wasser der Gang der Dampfmaschine erschwert, bei Dampfheizungen leiden die Röhren u. s. f. Wo ein Dampfkessel nicht so tief liegt, daß die Röhren nach der Maschine oder den Heizungen nur ansteigen können, da muß man statt eines gerade aufsteigenden Rohres ein solches nach Fig. 92 anwenden; dabei steigt der Dampf erst circa 4′ aufwärts und geht dann nach *m* hin an die Leitung. Im anderen Falle hätte z. B. das Rohr die punktirte Gestalt bekommen müssen. Das Aufwallen und Sieden sowie das Fortreißen von Wasser findet am stärksten Statt bei plötzlicher und gänzlicher Oeffnung des Absperrventils im Dampfrohre, ebenso bei Lüftung der Sicherheitsventile. Dann erhebt sich unter diesen Oeffnungen das Wasser kegelförmig, oft so hoch und stark, daß die Oeffnungen ganz erfüllt und geschlossen werden. Der dann im Inneren des Kessels vorhandene Dampf findet keinen Ausweg mehr, die Spannung nimmt zu und das in Bewegung befindliche Wasser gibt beim Zurückfallen einen starken Stoß an die Kesselwand, so daß hieraus wahrscheinlich die Explosionen herzuleiten sind, die bei plötzlicher Oeffnung des Dampfabflusses, also meistens beim Anlassen der Maschine, stattgefunden haben. Hierüber hat der Fabrikant Jacquemet in Rouen viele Versuche angestellt, welche in einer Uebersetzung in den Verhandlungen des Gewerbe-Vereins für Preußen, Jahrgang 1841, Heft 5 und 6, nachgesehen werden können. Derselbe macht dort den Vorschlag, unterhalb der Dampfableitung im Inneren des Kessels eine Platte nach Fig. 93 anzubringen, so daß nie ein aufsteigender Wasserkegel geradezu

Fig. 92.



in das Rohr treten kann, vielmehr alle Ableitung von Dampf an der oberen Wand vorbei erfolgen muß.

Eine gute Einrichtung zur Erhaltung von trockenem Dampf ist in Fig. 94 dargestellt. In dem Dampfkessel bezeichnet *a a* den Wasserstand, *b* ist das Dampfrohr; bei *cc* ist an dasselbe mit Bayonnetschluß das Rohr *d* gehängt, welches mit seinem unteren Ende einige Zoll tief ins Wasser taucht. Der von der großen Verdampfungsfläche des Kessels aufsteigende Dampf strömt mit Wassertheilchen geschwängert in die zwischen den Rohrwänden von *b* und *d* bleibende ringförmige Oeffnung, und bewegt sich darin zunächst abwärts. Da nun aber im Rohre *d* nur sehr wenig Dampf entwickelt wird, so fallen die von dem rasch strömenden Dampfe mitgerissenen Wassertheilchen in *d* wieder in den Kessel, während der Dampf trocken durch *b* ausströmt.

Fig. 93.

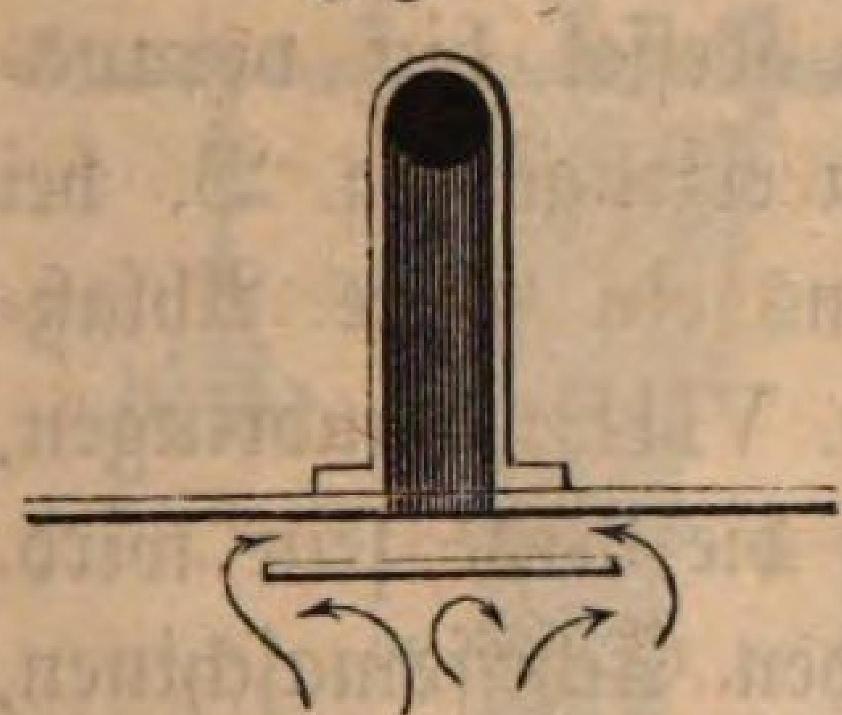
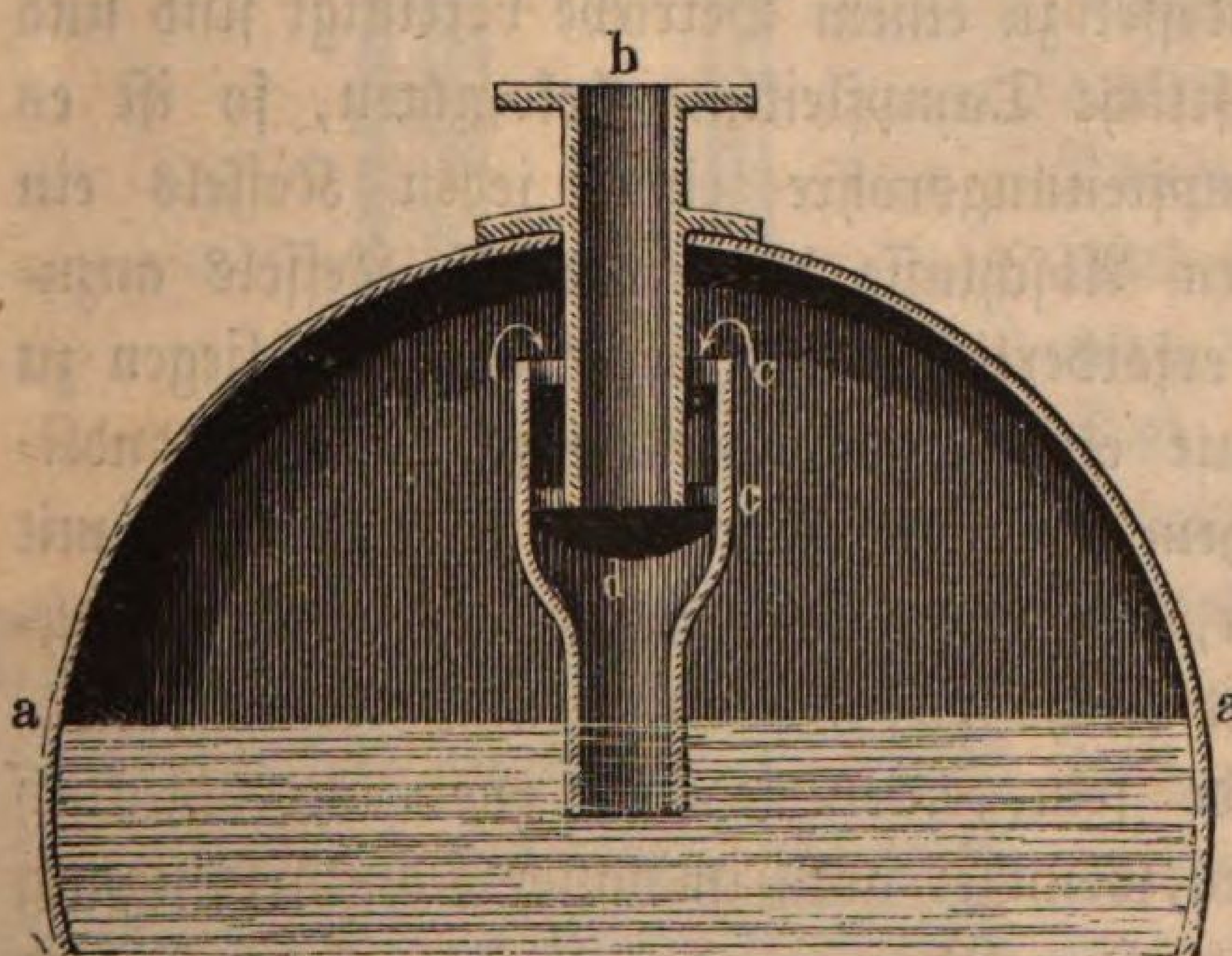


Fig. 94.



Der Maschinist wird recht bald erkennen, ob seine Maschine sehr mit Wasser zu arbeiten hat (priming), namentlich zeigt sich solches beim Anlassen der Maschine, weil dabei in den noch kalten Röhren fortwährende Condensation erfolgt und diese das Wasser noch vermehrt. Dasselbe zeigt sich und macht sich hörbar in dem Ausblasen des gebrauchten Dampfes; auch kann man oft am raschen Abnehmen des Wasserstandes im Kessel deutlich sehen, daß der Dampf sehr naß abgeleitet wird. Dann dringt auch das Wasser durch Rohrverbindungen und Flantschen, die sonst immer dicht sind, wenn bloß Dampf durchgeht. Gelangt nun des Wassers zu viel in die Maschine, und sind aus den begleitenden Stößen Brüche oder andere Unannehmlich-

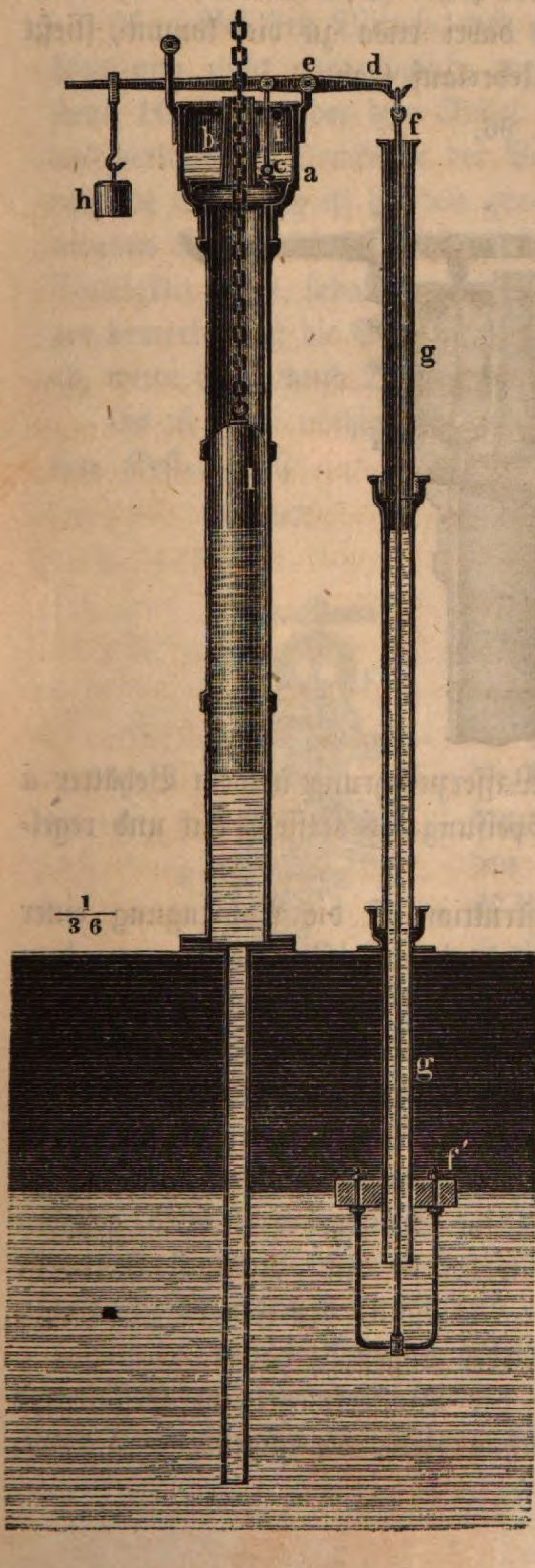
keiten zu befürchten, so muß eine der bisher angegebenen Einrichtungen zur Abhülfe des Uebelstandes angebracht werden. Die unter Fig. 93 gezeichnete hat den Vortheil, daß bei ihr das in den Röhren zwischen Kessel und Maschine condensirte Wasser wieder in den Kessel zurückfließt, eine ziemliche Neigung derselben nach dem Kessel hin vorausgesetzt. Ist es nicht möglich, diesen Rücklauf zu erzeugen, z. B. bei auf- und absteigenden Röhren, so ist mindestens ein gutes Ablaßventil oder aber ein Condensirapparat (s. Kap. VIII) anzubringen, Vorrichtungen, von welchen weiter unten noch die Rede sein wird. Ablaßventile am Cylinder sind stets nöthig bei den Schiffsmaschinen, weil man dort selten oder nie den Dampf stets trocken in die Röhren zu bringen vermag. Entschiedenen Nutzen gewährt es, den Dampf in den Röhren zu trocknen, d. h. die in dem Fuchs gelagerten Dampfröhren so zu erhitzen, daß alles tropfbare Wasser in Dampf verwandelt und in solcher Gestalt der Maschine zugeführt wird. Viele andere Vorrichtungen für Dampfröhren enthält Péclet's Traité etc., Verh. d. preuß. Gewerbe-Vereins 1867. S. 88.

85. Wenn mehrere Kessel zu einem Betriebe vereinigt sind und demgemäß eine gemeinschaftliche Dampfleitung bekommen, so ist es erforderlich, in dem Dampfleitungsrohre eines jeden Kessels ein Sperrventil zum gänzlichen Abschlusse des einzelnen Kessels anzubringen. Wäre es z. B. erforderlich, einen der Kessel kalt liegen zu lassen, so könnte dieses ohne ein solches Ventil nur mit umständlichen Einrichtungen geschehen. Diese Ventile sind am besten mit Schraubstielen zu versehen, welche durch eine im festen Lager drehbare Mutter bewegt werden (siehe 197). Man muß nämlich mittelst der Ventile im Stande sein, einen jeden Kessel augenblicklich von dem anderen zu trennen, wenn er auch in voller Dampferzeugung begriffen ist; z. B. bei plötzlichem Rinnen oder Lecken, beim Bruch irgend einer anderen Vorrichtung, Undichtwerden der Flantschen. Wäre es nicht möglich, das Ventil fest auf seinen Sitz zu drücken, so würde der im zu verschließenden Kessel befindliche Dampf es wieder heben.

86. Die Wasser-Zuleitung (feeding pipe; tuyau d'alimentation) soll wo möglich an der vom Feuer entlegensten Stelle des Kessels belegen sein. Dieselbe besteht bei den allermeisten Kesseln

in einem Rohre, welches, von oben in den Kesselraum gehend, bis 6″ vom Boden reicht. Dieses Rohr ist bei den Kesseln für

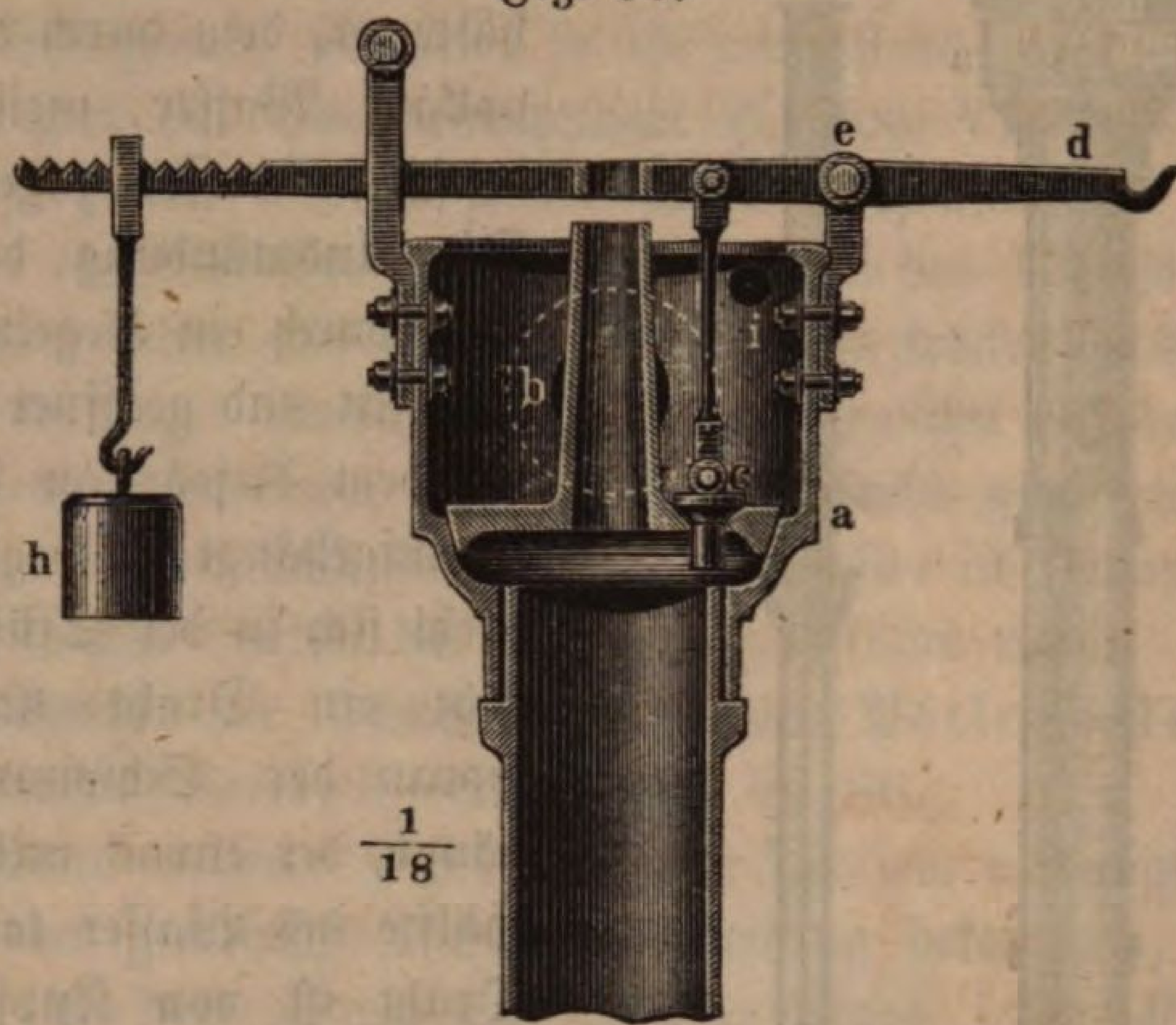
Fig. 95.



Niederdruckdampf circa 8 Fuß über das Kesseldach verlängert und trägt dort, wie Fig. 95 und 96 (a. f. S.) zeigen, einen Behälter *a*, dem durch das Rohr *b* vollauf Wasser, meistens Condensationswasser, zugeleitet wird. Die Ausmündung des Rohres kann durch ein Kegelventil *c* geschlossen und geöffnet werden, je nachdem dieses, an dem Hebel *d* aufgehängt, bewegt wird. *d* dreht sich in der Stütze *c*; bei *f* geht ein Draht nach unten, woran der Schwimmerstein *f′* hängt, der etwas mehr als zur Hälfte ins Wasser taucht. Der Draht ist von Kupfer, wenigstens da, wo er behufs der Liderung durch eine Stopfbüchse geht. Das entgegengesetzte Ende des Hebels trägt ein Gewicht *h*. Mittelst dieses Gewichtes regulirt man das Eintauchen des Steines *f′*, der dann, wie die Wassermenge im Kessel, zu- oder abnimmt, der Wasserspiegel also steigt oder fällt, ebenfalls steigt oder fällt. Sinkt der Wasserspiegel, so wird durch den Hebel das Ventil *c* gehoben, und es kann nun so viel Wasser einfließen, als zur Herstellung des erforderlichen Wasserstandes nö-

thig ist. Wie das Steigen und Fallen des Schwimmers erfolgt, ist in 92 erläutert. — Gewöhnlich fließt durch das Rohr *b* fortwährend (aus einer Pumpe oder einem höher stehenden Behälter) Wasser in *a* hinein; dasjenige, welches dabei etwa zu viel kommt, fließt durch den etwas höher liegenden Ueberlauf *i* ab.

Fig. 96.



So lange bei dieser Art der Wasserzuführung in dem Behälter *a* Wasser gehalten wird, muß die Speisung des Kessels gut und regelmäßig erfolgen.

Bei der hier gegebenen Construktion ist die Anbringung einer Stopfbüchse am Schwimmerdraht vermieden, indem dieser von dem oben offenen, genügend hohen und weiten Rohr *g* umgeben ist. Daran ist aber noch eine andere vortheilhafte Einrichtung angeknüpft. In dem Speiserohre ist nämlich ein hohler gußeiserner Schwimmer *l* an einer Kette aufgehängt, deren anderes Ende die Registerklappe im Fuchs trägt. Sowie nun die Dampfspannung im Kessel zu stark zu werden beginnt, steigt das Wasser im Speiserohre, *l* wird gehoben und somit das Register gesenkt, wobei es den Zugkanal theilweise verschließt. Dieses hat dann eine Mäßigung des Feuers zur Folge, bis die normale Spannung sich wieder eingestellt hat.

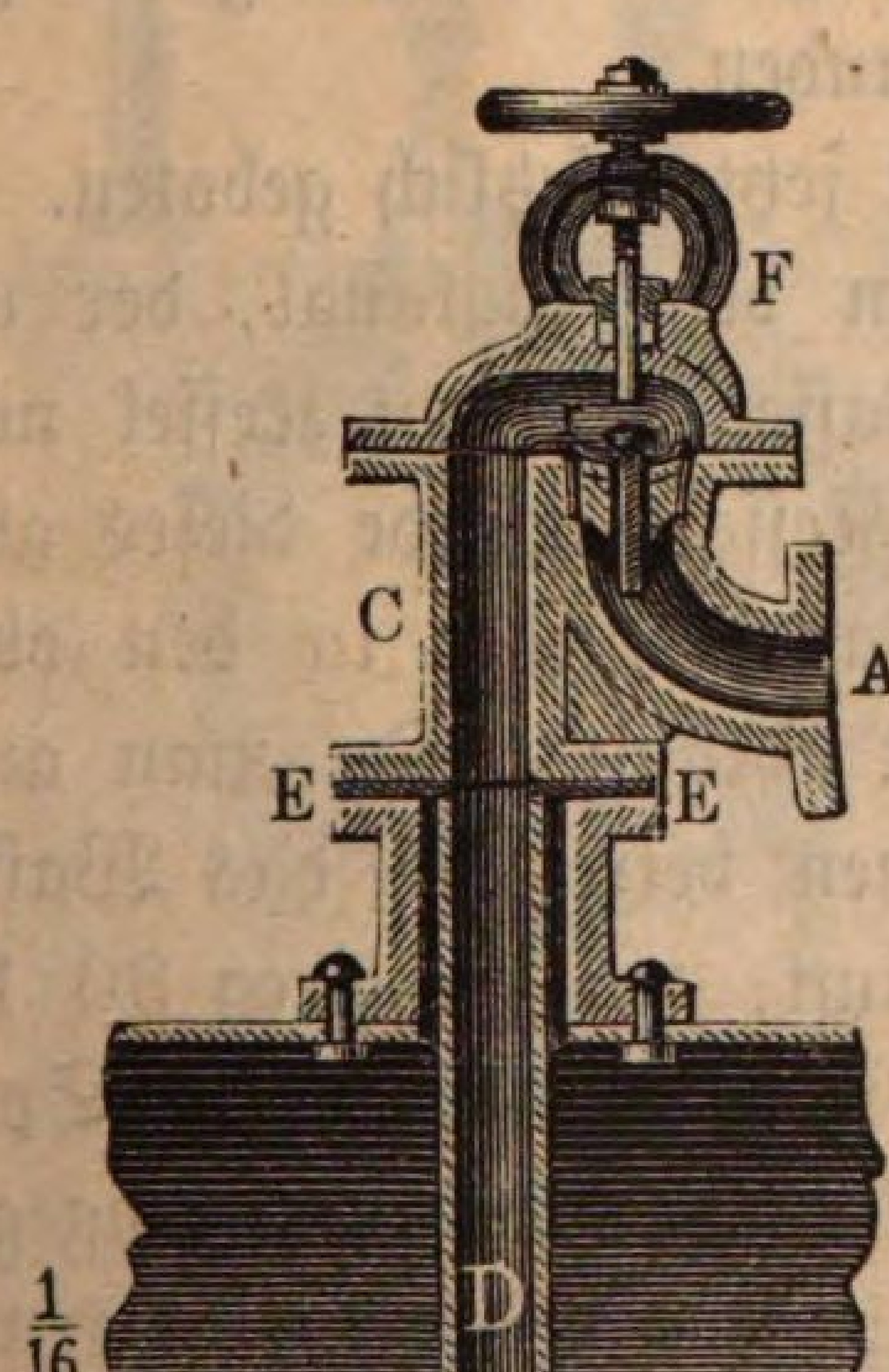
Der Unterschied in der Höhe der Wasserspiegel im Kessel und den beiden Röhren ist hier 7 Fuß 4 Zoll, die zugehörige Dampf-

spannung also $= \frac{7,33}{32,84} = 0,223$ Atmosphären oder 3,12 Pfund Ueberdruck pro □ Zoll.

87. Bei den Mittel- und Hochdruck-Kesseln ist eine derartige Speisung nicht gut möglich, weil der Wasserbehälter dabei mindestens 100′ hoch über dem Kessel stehen müßte. Bei diesen läßt man das verlängerte Druckrohr der Pumpe direkt in den Kessel münden, und die Speisung ist bei den gewöhnlichen und am meisten vorkommenden Kesseln keine selbstwirkende. Der Maschinist muß sie in Thätigkeit setzen, sobald er bei den Proben an dem Wasserstandszeiger bemerkt, daß die Speisung nöthig sei; und ebenso stellt er dieselbe ab, wenn hinreichend Wasser vorhanden ist.

Es ist dabei nöthig, in dem Einmündungsrohre der Pumpe in den Kessel noch ein sogenanntes Speiseventil anzubringen, wie es Fig. 97 in einem aufrechten Durchschnitte zeigt. Daran ist *A* die Flantsche für das von der Pumpe kommende Rohr, *r* das Ventil, *F* der Deckel mit einer Stellschraube, mit welcher man die Hubhöhe des Ventils bestimmen und die Wasserzuführung überhaupt abstellen kann. *CD* ist das Rohr, welches in den Kessel geht und mit der Flantsche *EE* aufgeschraubt wird. Das Ventil *r* ist also nur ein zweites Druck- oder Steigventil der Speisepumpe; es hebt sich bei jedem ganzen Kolbenhub der Pumpe und wird dann wieder durch das über ihm stehende, von der Dampfspannung gepreßte Wasser zugedrückt. Man gewinnt durch Anbringung des Speiseventils mehrere Vortheile, nämlich: 1) ist der Gang der Pumpe sicherer, weil eben zwei Ventile vorhanden sind, wobei das eine verlegt oder undicht sein kann, während das andere wirksam bleibt; 2) sind Reparaturen an der Pumpe, dem ersten Steigventile und dem Druckrohre möglich, da das Ventil *r* das Wasser und die Druckwirkung des Dampfes im Kessel zurückhält, und 3) kann man mittelst des

Fig. 97.



Speiseventils die Wasserzuführung in den Fällen reguliren, wo mehrere Kessel von einer Pumpe aus gespeist werden.

Bei unreinem Wasser setzt sich das Füllrohr leicht mit Steinkrusten zu; es muß dann mit einem Eisenstab durchfahren werden können, um jene daraus zu entfernen. Darum macht man gern das Rohr von oben herab statt gebogen, gerade, wie es auch unsere Figur darstellt. Der Mangel des Speiseventils kann leicht Ungelegenheiten herbeiführen. Bei dem in Fig. 64 und 65 gezeichneten Kessel fehlte z. B. anfänglich dieses Ventil; in ein Loch in der Speiseröhre, in welches ein Hahn eingeschraubt werden sollte, hatte man vorläufig einen Holzpflock geschlagen, und zwar befand sich dieser an einer schlecht zugänglichen Stelle. Dieser Pflock wurde eines Tages durch den Dampfdruck herausgeschleudert, und das Wasser verlor sich demzufolge aus dem Kessel, ohne daß der erstaunte Heizer wußte, wo und wohin. Der obere Kessel entleerte sich dabei gänzlich und nahm in Folge dessen über dem Feuer solchen Schaden, daß ein acht Tage langer Aufenthalt und viele Reparaturkosten entstanden.

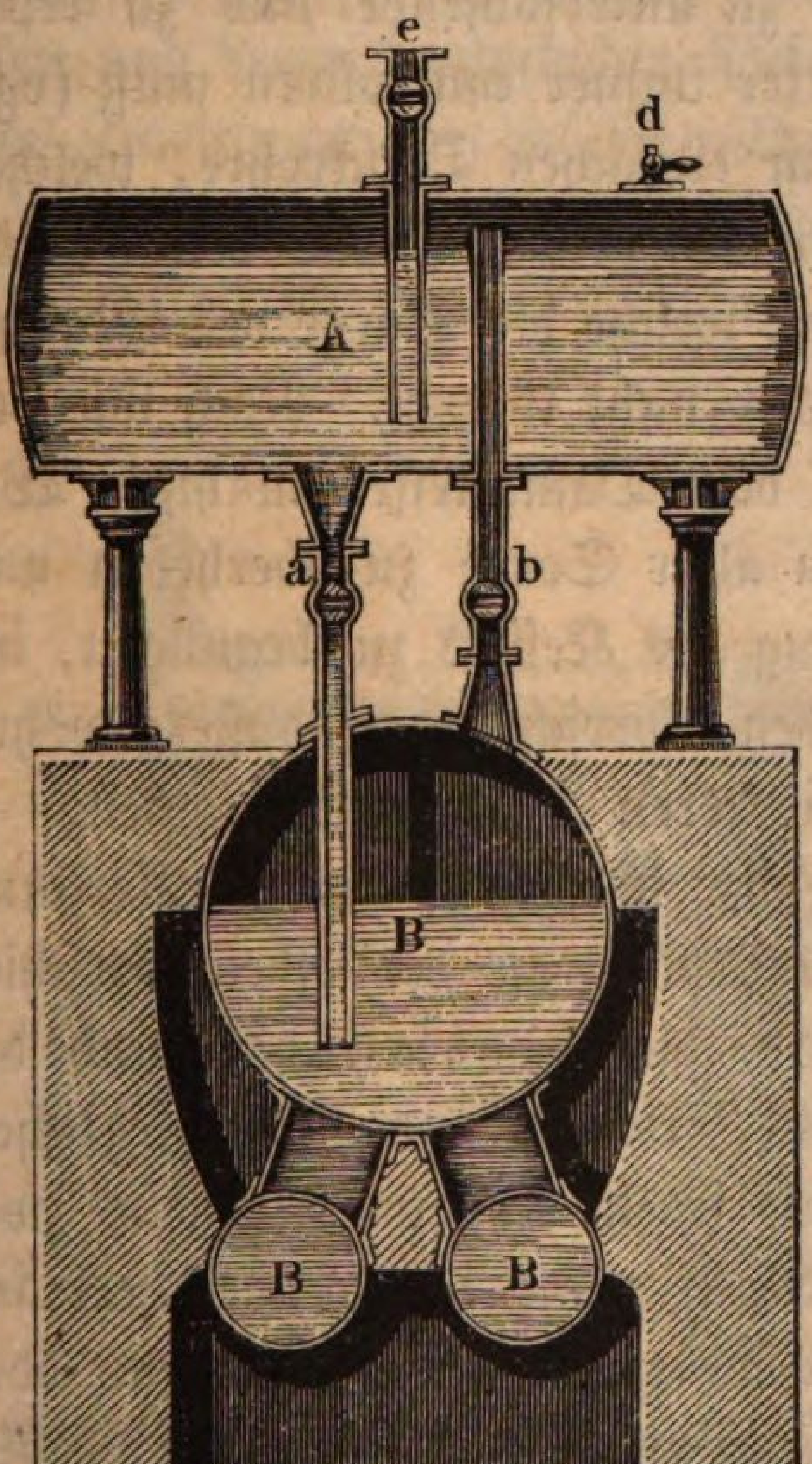
Die Anbringung von Speiseventilen ist jetzt gesetzlich geboten.

88. Man legt oft die Speiseröhren in den Zugkanal, der um den Kessel führt, um auf diese Art das Wasser für den Kessel noch mehr vorzuwärmen. Bei den Niederdruck-Kesseln würde dieses aber nicht viel Vortheil gewähren, da das Wasser wieder in den oben offenen Behälter geführt wird und sich dort abkühlt. Da man auch bei diesen Kesseln, wenn sie Dampfmaschinen betreiben, das Wasser aus dem Ausgußkasten der Luftpumpe nimmt, wo es circa 30 bis 40° heiß ist, so kommt es mit höchstens 30° in den Kessel; die Speisung geschieht also hier meistens mit sehr kühlem Wasser. Dagegen kann man bei stationären Hochdruck-Maschinen, die einen Vorwärmer haben, das Wasser auf 80 bis 90° wärmen, und man erlangt schon 100 und noch mehr Grade, wenn man es nach obiger Art durch den Zugkanal leitet. In Fig. 74 ist das Rohr *d* an dieser Stelle gezeichnet. Die Röhren, welche zur Erhitzung des Wassers in einen Zugkanal gelagert werden, müssen aus Kupfer und ohne Flantschen gefertigt sein; die einzelnen Rohrstücke werden mit Schlagloth an einander gelöthet. Flantschen dürfen nicht vorkommen, weil dieselben leicht verbrennen, beim Ausputzen der Züge verstoßen werden, und

für den Fall einer Reparatur das Aufbrechen des Zugkanals nöthig machen.

Bei der Beschreibung des Cornwall-Kessels in 55 war ebenfalls die Rede von einem großen, circa 15″ weiten Rohre, welches in dem gemeinschaftlichen Fuchse liegt. Green's Fuel Economiser (Brennstoffsparer) ist ein ausgedehnter Röhrenapparat zum Erhitzen des Speisewassers in der Abhitze der Kesselfeuerungen, und verdient empfohlen zu werden. — Auch bringt man manchmal über dem eigentlichen Kessel in dem aufsteigenden Fuchse einen Vorwärmer an, der, ein Kessel im Kleinen, gewöhnlich voll Wasser stehend, mit dem Dampfkessel mittelst zweier Rohre verbunden ist, wovon eines, unten abgehend, zum Abführen des Wassers bestimmt ist, das andere, vom Dampfraume des Kessels aus, oben in den Vorwärmer geht. In beiden Röhren sind Hähne, deren Schlüssel mit einander verbunden, gleichzeitig geöffnet oder geschlossen werden können. Weil bei Oeffnung beider Hähne in dem Kessel und Vorwärmer gleicher Druck herrscht, so fließt dabei das Wasser vermöge seiner Schwere aus dem letzteren in den Dampfkessel. Eine ähnliche Vorrichtung, aber über dem Dampfkessel, nicht im Zugkanal gelagert, dient bei Dampfheizungen zum Zurückführen des condensirten Wassers in die Dampferzeuger und wird hier retour d'eau oder Rücklauf genannt; sie ist dargestellt in Fig. 98.

Fig. 98.



A cylindrischer Kessel, dem durch das Rohr *e* das in den Appa-

raten condensirte Wasser zufließt; *d* Lufthahn, *a* Einfallrohr zur Verbindung mit dem Hauptkessel *B*, *b* Dampfeinlaßrohr.

89. Von der Anzahl von Apparaten, die man für Hochdruckkessel und zur Erlangung einer sichern selbstwirkenden Speisung construirt hat, kann hier keine Aufzählung und Beschreibung gegeben werden. Vollkommen gelungen kann man wohl keinen der bisher hierzu angewandten Apparate nennen, indem stets die zu große Complicirtheit der Vorrichtung hinderlich blieb. Die Hauptsache bleibt eine gute unfehlbare, oder sehr leicht zu untersuchende und zu reparirende Druckpumpe, welche der Wärter immer controliren muß (vgl. 212 a). Wer möchte da nicht einem einfachen Druckrohre, welches nach der in 87 angegebenen Weise in den Kessel führt, den Vorzug vor allen jenen Zwischendingen geben, welche die Sorge des Maschinisten überflüssig machen sollen, es aber nicht können. Nach wie vor ist ja dessen stete Aufmerksamkeit bei dem Dampfkessel nöthig! Wir halten es auch gar nicht für gut, ihn aller Sorge zu überheben und sich mit der Selbstfüllung und Leitung des Kessels zu begnügen, indem auch bei den besten selbstwirkenden Vorrichtungen außergewöhnliche Verhältnisse eintreten können, die deren Thätigkeit aufheben.

90. Um den Wassermangel oder überhaupt den Wasserstand des Kessels erkennen zu können, bringt man an demselben verschiedene Apparate an: die Schwimmer, die Probirhähne und die Wasserstandsgläser. Es ist von Vortheil, und den gesetzlichen Bestimmungen zufolge unerläßlich, an jedem Kessel mindestens zwei solcher Vorrichtungen anzubringen, damit man immer gesichert sei, wenn etwa ohne Wissen des Wärters die eine verstopft, gelähmt oder überhaupt untauglich geworden wäre. Wir geben z. B. einem Kessel, der nur einen Schwimmer hat, immer noch ein Paar Hähne oder ein Wasserstandsglas. Befindet sich letzteres (wie gewöhnlich) vorn neben der Heizthür, so kann der Wärter an dieser Stelle den Wasserstand erkennen, und wenn er sich auf den Kessel begibt, so zeigen ihm dort alsbald die Schwimmer oder die Hähne gleichfalls denselben an.

Probirhähne und Wasserstandszeiger werden, wenn sie sich oben auf dem Kessel befinden, selten benutzt und beobachtet. Man verlegt deshalb besser die Hähne auch an den Heizerstand, und bringt die

Zeigevorrichtungen der anderen Apparate ebenfalls dort an, so daß an dieser Stelle der Zustand des Kessels leicht und rasch übersehen werden kann.

Zur Erläuterung der verschiedenen Apparate dienen die folgenden Figuren.

91. Fig. 99 zeigt die Längenansicht eines Schwimmers (float; flotteur) von der gebräuchlichsten und recht guten Art. Derselbe ist hier als auf dem Druckrohre der Speisepumpe befestigt gezeichnet, welche Anordnung eine besondere Stütze für den Waagebalken und deren dampfdichte Befestigung auf dem Kesseldache erspart. *m* Zuleitungsrohr, *m'* Ventilkasten, *m''* Füllrohr im Kessel. *a* ist ein gabelförmiges Stühlchen, dessen Fuß den Deckel des Rohres *m* bildet und mit vier Schrauben auf demselben befestigt ist. Zwischen

Fig. 99.

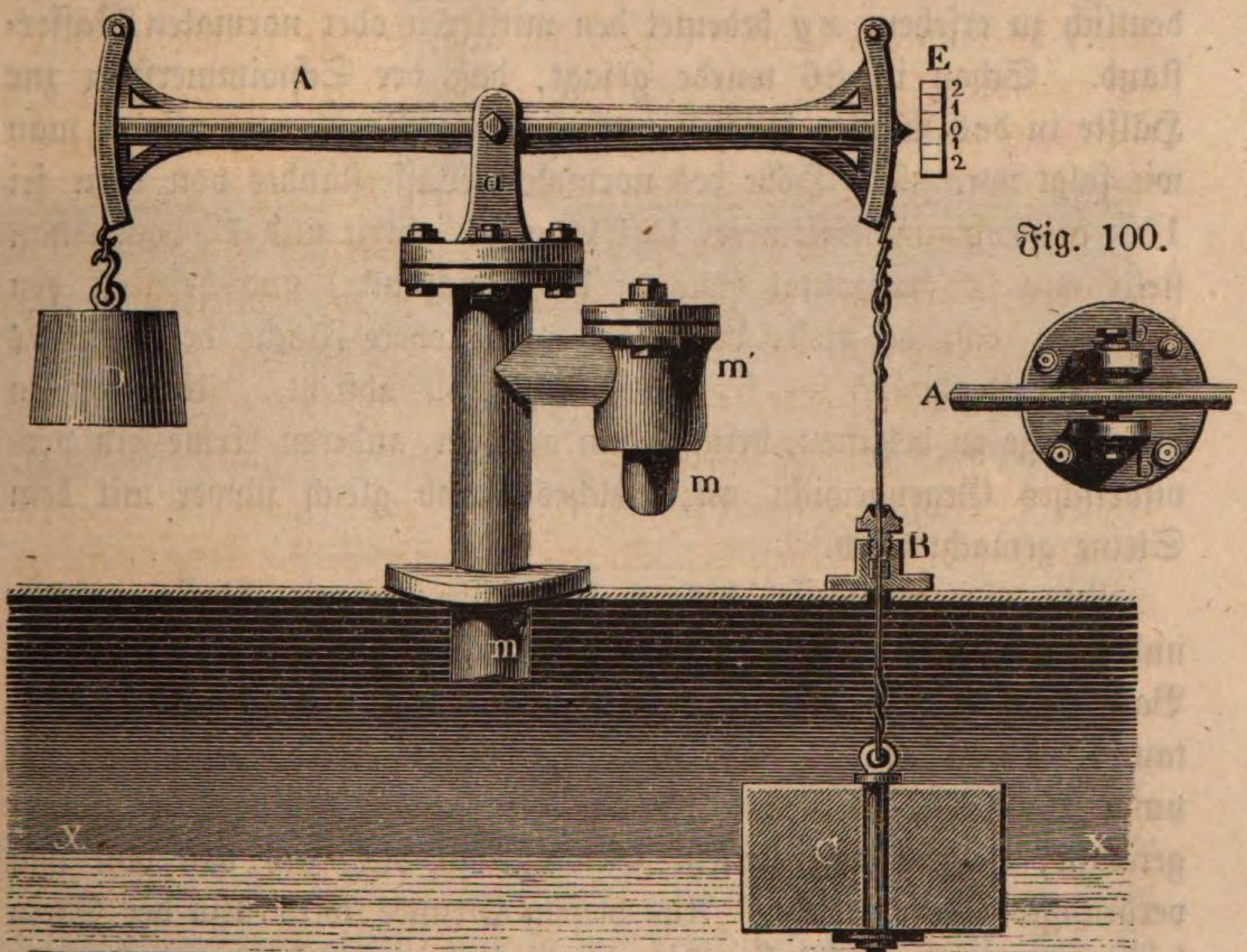


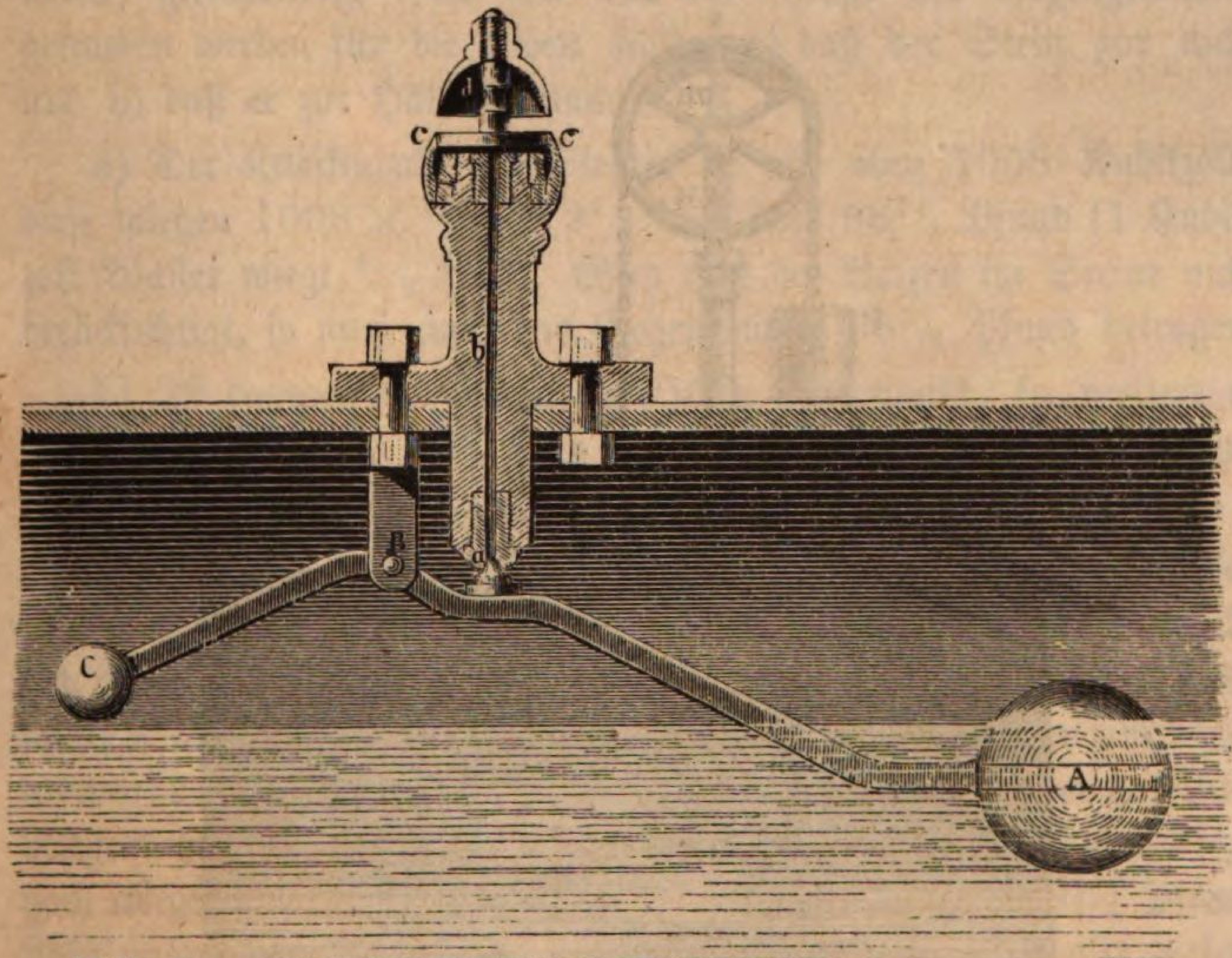
Fig. 100.

den Lappen und in den Stahlspitzen b, b (siehe Fig. 100 im Grundriß) bewegt sich der Balken A, dessen beide Enden Kreissegmente tragen, deren Mittelpunkt in b liegt. In A ist eine Stahlnuß eingesetzt, welche konische Vertiefungen für die Spitzen hat; man kann die Schrauben, deren eigentliche Muttern in a geschnitten sind, mit Gegenmuttern feststellen. Da es ein hauptsächliches Erforderniß ist, diesen Waagebalken leicht beweglich zu machen, so dürfen nur solche Spitzen oder prismatische Backen wie bei den Waagen angewendet werden. Alle Schwimmer, deren Balken sich auf einem durchgesteckten Bolzen drehen, sind oder werden durch die Schmiere zu steif und unempfindlich. Die Bogen der Segmente haben eine Nuth, in die sich ein in dem oben befindlichen Stifte befestigtes Kettchen legt, an dem links ein Gegengewicht D hängt; rechts geht der kupferne Schwimmerdraht, welcher den Schwimmerstein C trägt, durch die Stopfbüchse B hinab. Die Befestigung desselben ist aus Fig. 99 deutlich zu ersehen. xy bedeutet den mittleren oder normalen Wasserstand. Schon in 86 wurde gesagt, daß der Schwimmerstein zur Hälfte in das Wasser tauchen muß. Diese Regulirung nimmt man wie folgt vor. Die Höhe des normalen Wasserstandes von oben sei 15″, der Schwimmerstein sei 12″ lang, 12″ breit und 7″ hoch; man stellt nun A horizontal (wie in der Zeichnung) und befestigt den Stein so, daß bei dieser Lage von A die obere Fläche des Steines vom Kesseldache $15 - 7/2 = 11\frac{1}{2}$ Zoll absteht. Um ihn in dieser Lage zu erhalten, bringt man an dem anderen Arme ein provisorisches Gegengewicht an, welches vorab gleich schwer mit dem Steine gemacht wird.

Nun wird der Kessel bis zu der Höhe xy mit Wasser gefüllt, und darauf von dem Gegengewichte D so viel weggenommen, bis der Balken wieder horizontal steht und also der Stein zur Hälfte eintaucht. Es ist bekannt, daß ein Körper leichter wird, wenn man ihn unter Wasser taucht, oder genauer gesagt, ein Körper, in Wasser getaucht, verliert von seinem Gewichte so viel, als das von ihm verdrängte Wasser wiegt. Aus diesem Grunde wird also der Stein leichter, wenn das Wasser bis xy und er zur Hälfte eingetaucht steht, weshalb man das Gegengewicht um so viel vermindern muß, als das verdrängte Wasser wiegen würde. Der kubische Inhalt des

Steines ist 12 × 15 × 7 = 1008 Kubikzoll, davon die Hälfte 504 Kubikzoll und diese, vom Wasser genommen, wiegen 19 Pfund 8 Loth, da 1 Kubikzoll 11/9 Loth *) wiegt. Wenn sich nun der Wasserstand verändert, also entweder durch Hinzupumpen über *xy* steigt, oder durch Verdampfung unter diese Linie sinkt, so bewegt sich der Stein mit, auf oder ab, je nach dem Wasserstande. Aus der Stellung des Balkens *A* erkennt man nun, ob Wasser genug, zu viel oder zu wenig da ist; ersteres, wenn der Balken von der Rechten zur Linken, letzteres, wenn er von der Linken zur Rechten geneigt ist. Bringt man noch einen in Zolle getheilten Maßstab *E* an, so kann

Fig. 101.

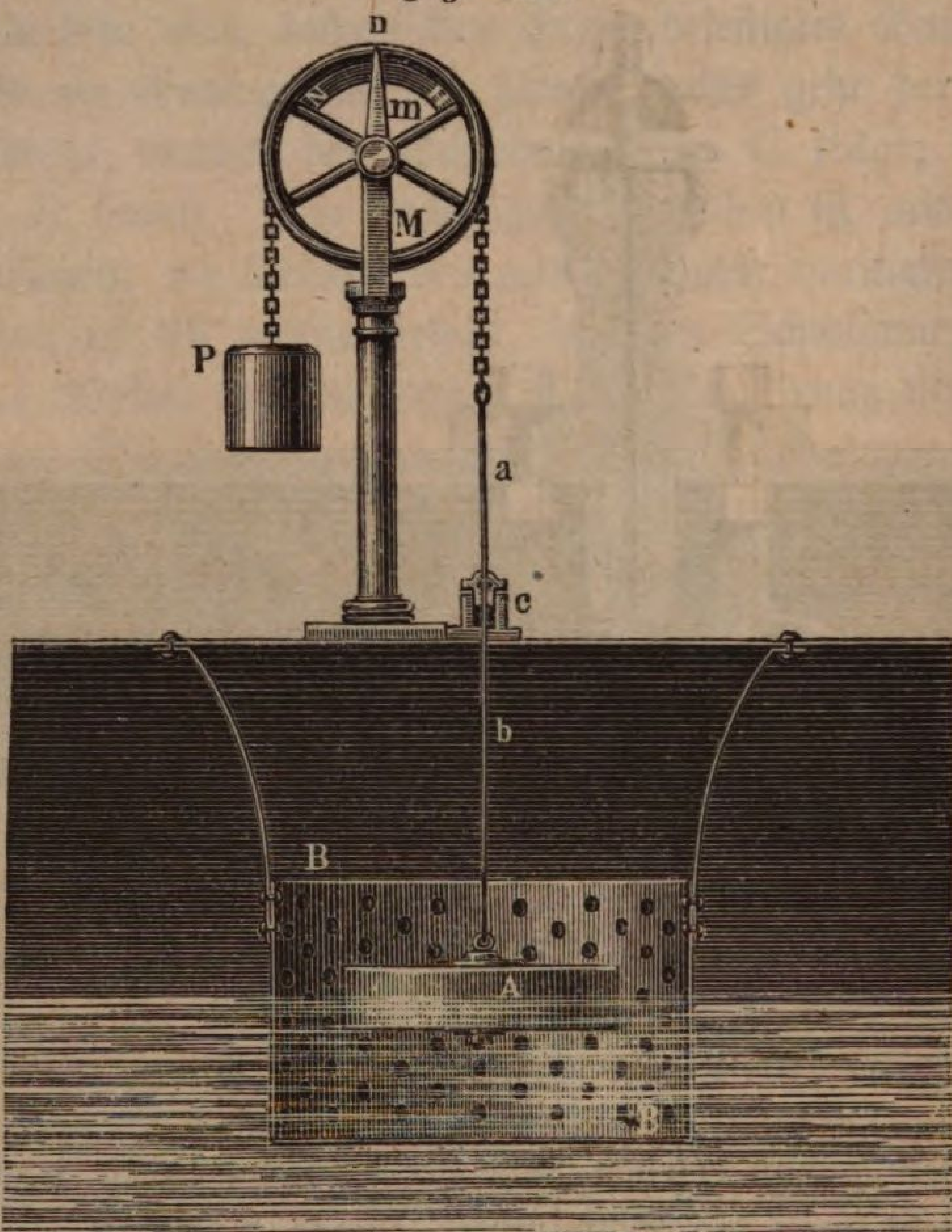


man an diesem genau ersehen, wie der Wasservorrath beschaffen ist. Häufig versieht man die Schwimmer obiger Art mit einer Alarmvorrichtung, z. B. einer Dampfpfeife. Diese wird unter den Arm des Gegengewichtes gestellt und so mit demselben verbunden, daß sie sich öffnet und ertönt, wenn der Arm sich hebt.

*) Loth alten preuß. Gewichtes oder 0,036 Zollpfund.

Fig. 101 (a. v. S.) zeigt einen anderen Alarmschwimmer. *A* Schwimmer, *B* Drehungsstütze, *C* Gegengewicht; *a* Ventil an der Stange *A B C* befestigt, durch den Schwimmer auf das in *b* eingeschraubte Ventillager gedrückt. So lange hinreichend Wasser vorhanden ist, ist auch das Ventil geschlossen; bei abnehmendem Wasserstande aber öffnet der Schwimmer das Ventil, worauf der ausströmende Dampf den Heizer durch den gellenden Ton der Dampfpfeife *c d* an die Ingangsetzung der Speisevorrichtung mahnt. Dieser Schwimmer ist nach unserer Ansicht indeß weniger zu empfehlen, da derselbe äußerlich nicht anzeigt, wie hoch oder wie tief das Wasser im Kessel steht.

Fig. 102.



Eine andere Art Schwimmer stellt Fig. 102 dar. *A* der Schwimmerstein, der an seinem Drahte innerhalb eines vielfach durchbohrten Gefäßes *B* schwebt. Dieses ist angebracht, um die Wallungen des heftig siedenden Wassers zu brechen.

a b Schwimmerdraht, *c* Stopfbüchse. Von *a* geht eine leicht bewegliche Kette über eine Rolle *M*, welche ein Gegengewicht *P* trägt. Auf der die Rolle *M* tragenden Säule sitzt ein Zeiger *n* fest, auf *M* ist eine Scala angebracht; nähert sich der Punkt *N* dem Zeiger *n*, so ist Wasser nachzufüllen (Niedrig); geht dagegen *H* nach *n*, so ist solches hinreichend vorhanden (Hoch).

92. Um die Schwimmervorrichtung noch näher zu erklären, soll das Beispiel aus 91 genauer durchgenommen werden. Der Stein habe wie vorher 12″□ Grundfläche und 7″ Höhe und sei $2\frac{1}{2}$ mal schwerer als Wasser, sein specifisches Gewicht also = 2,5, der Waagebalken gleicharmig. Es soll nun die Größe des Gegengewichtes gefunden werden für die beiden Fälle, a) daß der Stein gar nicht und b) daß er zur Hälfte eintauche.

a) Der Kubikinhalt des Steines ist wie oben 1008 Kubikzoll; diese wiegen $1008 \times {}^{11}/_{9} \times 2\frac{1}{2}$ Loth oder $96\frac{1}{4}$ Pfund (1 Kubikzoll Wasser wiegt ${}^{11}/_{9}$ Loth). Wird nun der Bolzen im Steine nicht berücksichtigt, so muß auch das Gegengewicht $96\frac{1}{4}$ Pfund betragen.

b) Ist dagegen der Stein zur Hälfte eingetaucht, so verliert er wie oben: ${}^{1008}/_{2} \times {}^{11}/_{9}$ Loth $= 19\frac{1}{4}$ Pfund, und das Gegengewicht muß dann nur sein $96\frac{1}{4} - 19\frac{1}{4} = 77$ Pfund.

Nehmen wir an, der Stein werde verhindert, mit dem Wasser zu sinken, und er tauche z. B. bei letzterem Gegengewichte nur 2′ ein, so wird er ein Bestreben haben zu sinken, weil er beim Austauchen aus dem Wasser an Gewicht zunimmt. Er ist hier um $1\frac{1}{2}$″ weniger eingetaucht, zieht also um so viel schwerer an seinem Aufhängedrahte, als ein Wasserkörper von 12″ lang, 12″ breit und $1\frac{1}{2}$″ hoch wiegt, d. i. um $12 \times 12 \times 1\frac{1}{2} \times {}^{11}/_{9}$ Loth $= 8\frac{1}{4}$ Pfund. Läßt man den Stein nun los, so fällt er anfänglich mit diesem Uebergewichte, das aber immer kleiner wird, je mehr er sich der Eintauchung bis zur Hälfte nähert.

Würde er im Gegentheil so fest gehalten, daß er um $1\frac{1}{2}$ Zoll über die halbe Höhe eintauchte, so hätte sein Zug an dem Drahte einen Verlust von $8\frac{1}{4}$ Pfund erlitten, und das Gegengewicht bekäme so viel Ueberschuß. Der Stein würde dann nach dem Loslassen mit einer anfänglichen Kraft von $8\frac{1}{4}$ Pfund steigen und dadurch

den Balken A von der Rechten zur Linken neigen, dieser würde also Ueberschuß an Wasser anzeigen.

93. Um die schweren Gegengewichte und damit auch die Belastung des Drehzapfens (der Spitzen) zu vermeiden, wendet man häufig ungleicharmige Waagebalken an, solche nämlich, bei welchen der Arm des Gegengewichtes doppelt oder dreimal so lang ist, als der andere (vgl. Fig. 101). Dann darf das Gewicht selbst nur $^1/_2$ oder $^1/_3$ von dem nach 92 berechneten betragen. Je länger also der Hebelarm für das Gegengewicht wird, um so leichter kann dieses Gewicht sein. Nennt man allgemein die Länge des Hebelarmes für D, m, und die andere n, und ist das nach 92 b. bestimmte Gegengewicht $= M$, so ist das am Hebel m anzubringende Gegengewicht $x = \frac{n}{m} \times M$ zu nehmen. Beispiel: Wenn $m = 36''$; $n = 10''$; $M = 80$ Pfd., so ist

$$x = {}^{10}/_{36} \times 80 = 22^2/_9 \text{ Pfund.}$$

Hiernach wird der Maschinist immer das Gegengewicht eines Schwimmers annähernd berechnen können. Wir sagen annähernd, weil das eigentlich richtige und entsprechende Gewicht nur durch die praktische Probe bestimmt werden kann. Denn es lohnt sich nicht der Mühe, die Reibung in den Spitzen, sowie auch die des Drahtes in der Stopfbüchse zu untersuchen. Es ist erforderlich, daß diese beiden Reibungen äußerst gering seien, daß der Draht nicht verbogen sei und sich festklemmen könne; auch soll er nicht mehr denn $1'''$ dick sein, da er immer gespannt ist und nur durch Zug angestrengt wird. Die genaue schließliche Bestimmung und Befestigung des Gegengewichtes geschieht am allerbesten bei normalem Wasserstand am warmen Kessel.

Da, wo kein zum Schwimmer geeigneter Stein zu haben ist (Sandsteinblöcke z. B. zerspringen leicht im feuchten und warmen Zustande), thut man am besten, aus gewöhnlichem Töpferthon einen Schwimmerblock brennen zu lassen. Dieses Material ist aber nur $1^1/_2$ mal so schwer als Wasser, so daß also der in 91 angegebene Stein nur $1008 \times {}^{11}/_9 \times 1^1/_2$ Loth $= 57^3/_4$ Pfund wiegen würde. Es ist gut, alle Schwimmersteine mit Draht zu umstricken. Häufig nimmt man auch statt der Steine Eisenplatten von circa

$1^1/_2$ □ Fuß Größe und $^5/_4$ Zoll Dicke, welche indessen wegen ihrer kleineren Abmessungen nicht so zweckdienlich sind, als die Steine von den oben angeführten Dimensionen. Will man bei einer eisernen Schwimmplatte die Empfindlichkeit gerade so groß machen, wie bei einem Schwimmerstein, d. h. beabsichtigt man, daß beide bei gleicher Niveauänderung gleichviel Uebergewicht hervorrufen, so muß man ihnen ganz gleiche Abmessungen geben. Denn da der Gewinn oder Verlust an Gewicht nur von dem Inhalt des mehr aus- oder eingetauchten Stückes, nicht aber von dessen specifischem Gewichte abhängt, so wird bei gleichen Dimensionen in beiden Fällen Gleiches geleistet. Der Stein wird aber vorzüglicher bleiben, weil er ein kleineres Gegengewicht, also auch einen schwächeren Waagebalken, leichtere Schneiden, einen dünneren Draht haben darf, und sich deshalb auch leichter bewegt.

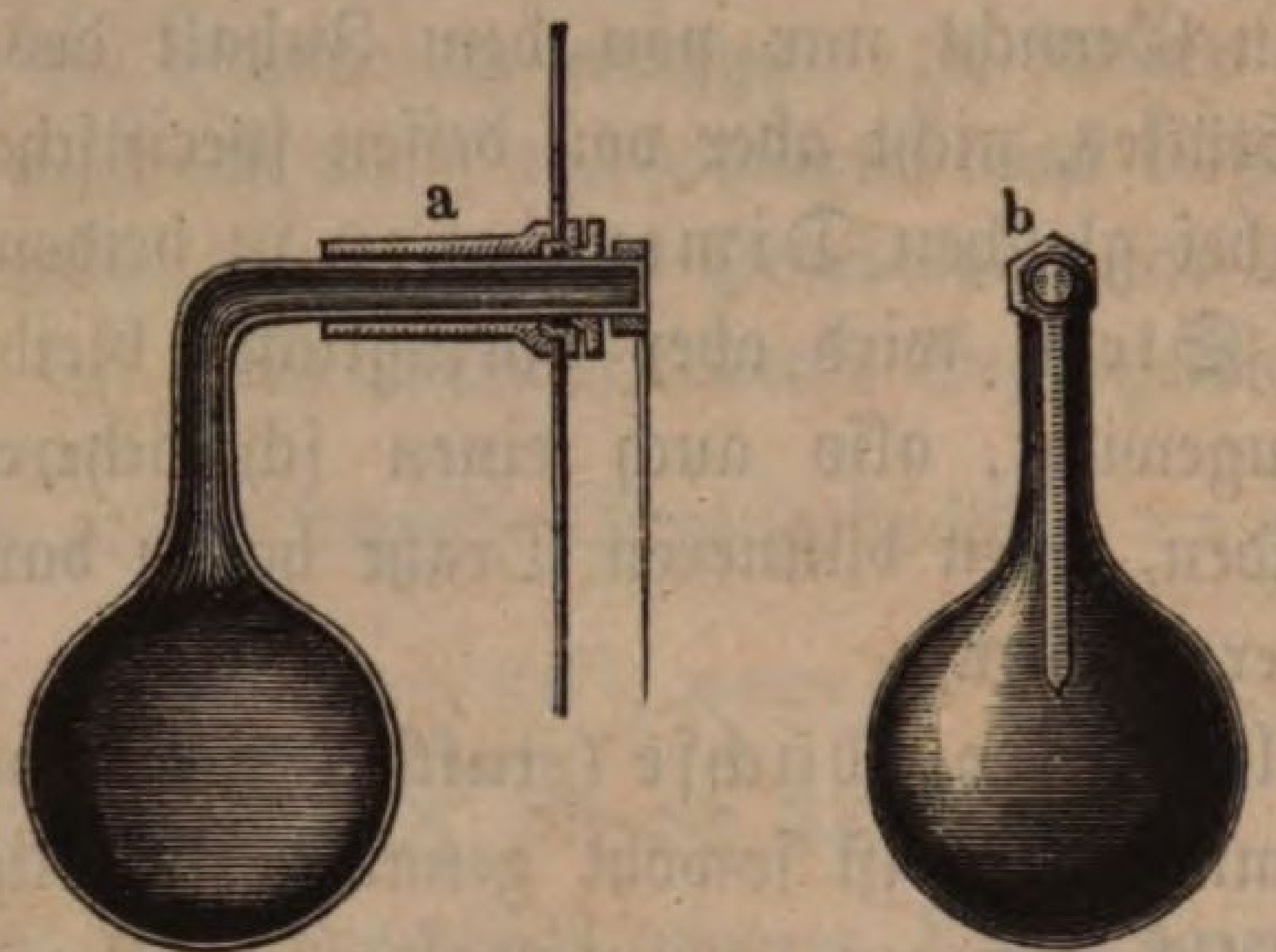
94. Die kleine Stopfbüchse (stuffing-box; boîte à étoupes) für den Schwimmerdraht ist sowohl genau anzufertigen und vertikal aufzuschrauben, als auch gut zu unterhalten. Man darf dieselbe nur mit feinster Lampenbaumwolle und reinstem Fette lidern, und niemals so fest anziehen, daß der Draht geklemmt wird. Vorzüglich aber ist der Draht gut auszuwählen, er darf keine schiefrigen Stellen, keine Furchen von schlechtem Zieheisen haben und soll nie gekrümmt sein.

Für die Kessel der Dampfschiffe sind die oben beschriebenen Schwimmer nicht anwendbar. Man bedient sich daselbst der Hohlschwimmer nach Fig. 103 und 104 (a. f. S.), wo der Hals der Schwimmerkugel, rechtwinklig umgebogen, durch eine Stopfbüchse der Kopfplatte geht. Vorn gibt ein Zeiger an, wie hoch das Wasser im Kessel steht.

Die Schwimmkugel wird aus Kupferblech gefertigt. Hier, wie überhaupt bei Hohlschwimmern, begegnet es manchmal, daß der Dampfdruck die Kugel zusammendrückt, und damit also den Schwimmer untauglich macht. Der Verfasser ist diesem Uebelstand durch Einbringen einiger Tropfen Wasser in die Kugel, bevor diese zugelöthet wird, vollständig begegnet. Das eingebrachte Wasser verwandelt sich beim Gebrauch des Schwimmers im Kessel in Dampf, welcher dem außen wirkenden an Spannung gleich ist, also seinem Drucke auf die Kugelwand das Gleichgewicht hält.

95. Obgleich man in neuerer Zeit die Probirhähne (gauge-cocks; robinets d'essai) häufig als unnöthig und unsicher erachtet, auch oft dieselben ganz verwirft, so sollen sie doch hier beschrieben werden, weil sie sowohl bei vielen Dampfkesseln bestehen, als auch die gerügten Mängel und Vorwürfe wirklich nicht so arg sind.

Fig. 103. Fig. 104.

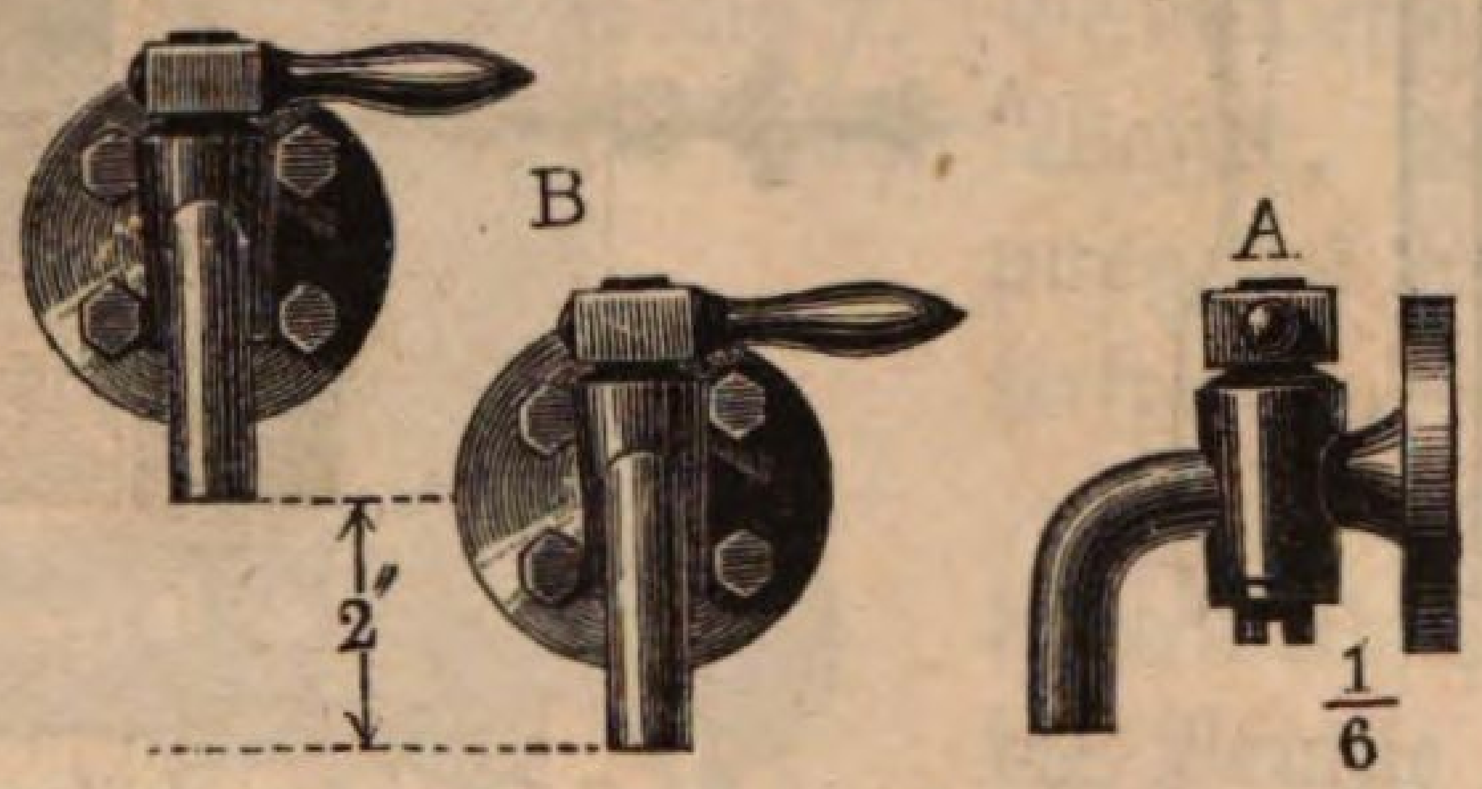


Man hat nämlich Kessel, an denen die Angaben der Hähne ob Dampf ob Wasser fast trügerisch werden. Das sind kleine Röhren- und solche Kessel, die viel Dampf bei wenig Wasserinhalt liefern müssen. In ihnen ist die Wallung des Wassers in Folge des Aufsteigens der Dampfblasen so heftig, daß wohl Wasser den Dampfhahn erreicht und wiederum Dampf vom unteren Hahn angezeigt werden kann, während der Wasserstand doch normal ist.

Ein Anderes ist es bei den großen stationären Kesseln, die bei hinreichend großer Feuerfläche, bedeutendem Wasserraum und gutem ruhigen Feuer mittelst der Probehähne ganz gut zu controliren sind, wofür wir eine Fülle von Beweisen haben. Wir wenden die Hähne nicht gern an bei Kesseln, die Dämpfe von mehr als 5 Atmosphären Spannung entwickeln; denn bei solchen hält es schwer, zu erkennen, ob bei geöffnetem Wasserhahne Wasser oder Dampf herauskommt, da hier das heftig ausgetriebene und sehr heiße Wasser sich augenblicklich vor der Hahnmündung in Dampf verwandelt; so zwar, daß nur das geübte Auge und Ohr eines erfahrenen Wärters den Unterschied wahrnehmen kann.

96. Die Hähne sollen dem Wärter möglichst nahe zur Hand sein, wenn er sich auf seinem gewöhnlichen Platze vor dem Feuer befindet. Bei Kesseln, deren Kopfende frei liegt, z. B. auf Schiffen und Dampfwagen, bringt man sie an der Kopfplatte an. Bei stationären, eingemauerten Kesseln bringt man sie theils oben, theils seitwärts an. Die jetzt am meisten gebräuchliche und recht gute Einrichtung ist die, bei welcher die Hähne an dem Vorrohre des Wasserstandsglases neben letzterem angebracht sind. Von den bei Schiffskesseln und Dampfwagen gebräuchlichen geben die Figuren 105 und 106 eine Darstellung. Die Stellung derselben ist so, daß die innere

Fig. 105. Fig. 106.



Mündung des Dampfhahnes 1″ über, die des Wasserhahnes 1″ unter dem Normalwasserstande liegt. Die Hähne sind mit Flantschen und vier Schräubchen befestigt und mit ihrer Mündung nach unten gekehrt. Man wendet auch statt zweier drei oder vier solcher Hähne an, z. B. auf Dampfwagen.

Fig. 107 (a. f. S.) zeigt Hähne, die auf eine gußeiserne Platte *f* geschraubt sind; diese ist mittelst vier Bolzen und Mennigkranz auf dem Kesseldome dicht gemacht. Die kupfernen Rohre haben ungleiche Länge. Das rechte, welches in allen Fällen Wasser behalten muß, ist 4″ (105^{mm}) länger als das linke; demgemäß steht nun jenes 2″ unter, dieses 2″ über dem normalen Wasserstande. Da das obere Ende der Feuerkanäle immer wenigstens 6″ (157^{mm}) unter jener Wasserlinie liegt, so bleiben die Kesselwände, wenn das lange Rohr gerade das Wasser verliert, doch noch mit 4″ Wasser bedeckt und es ist also keine Gefahr möglich. Ein sorgsamer Wärter läßt aber niemals das Wasser so weit sinken.

Um die Lilien (Schlüssel, Küken) der Hähne, die gewöhnlich sehr

heiß sind, bewegen zu können, ohne sich zu verbrennen, sind durch dieselben Holzpflöcke getrieben, oder auf dem viereckigen Theil des Schlüssels hölzerne Griffe mit schmiedeisernen Augen befestigt; bei bestehenden

Fig. 107.

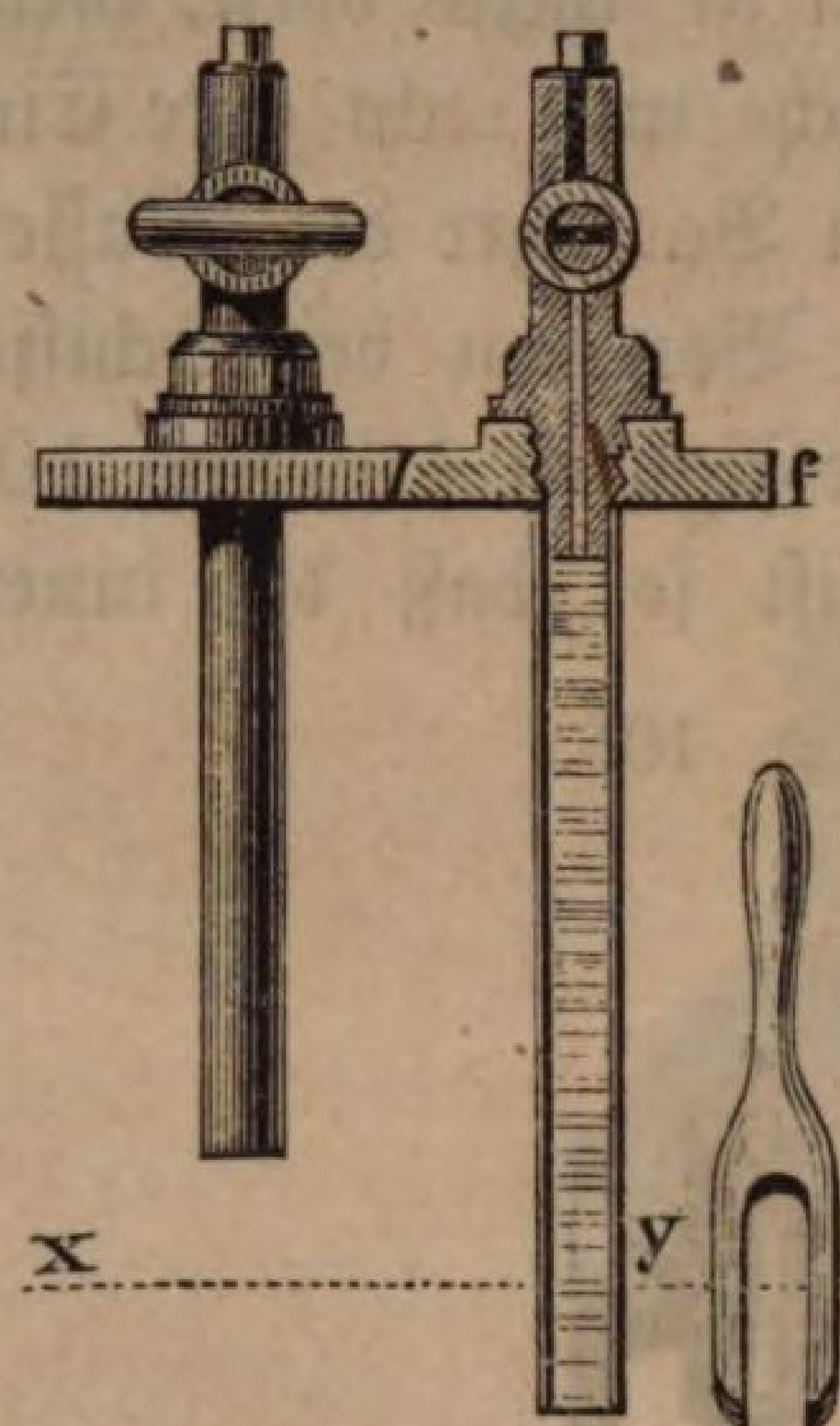
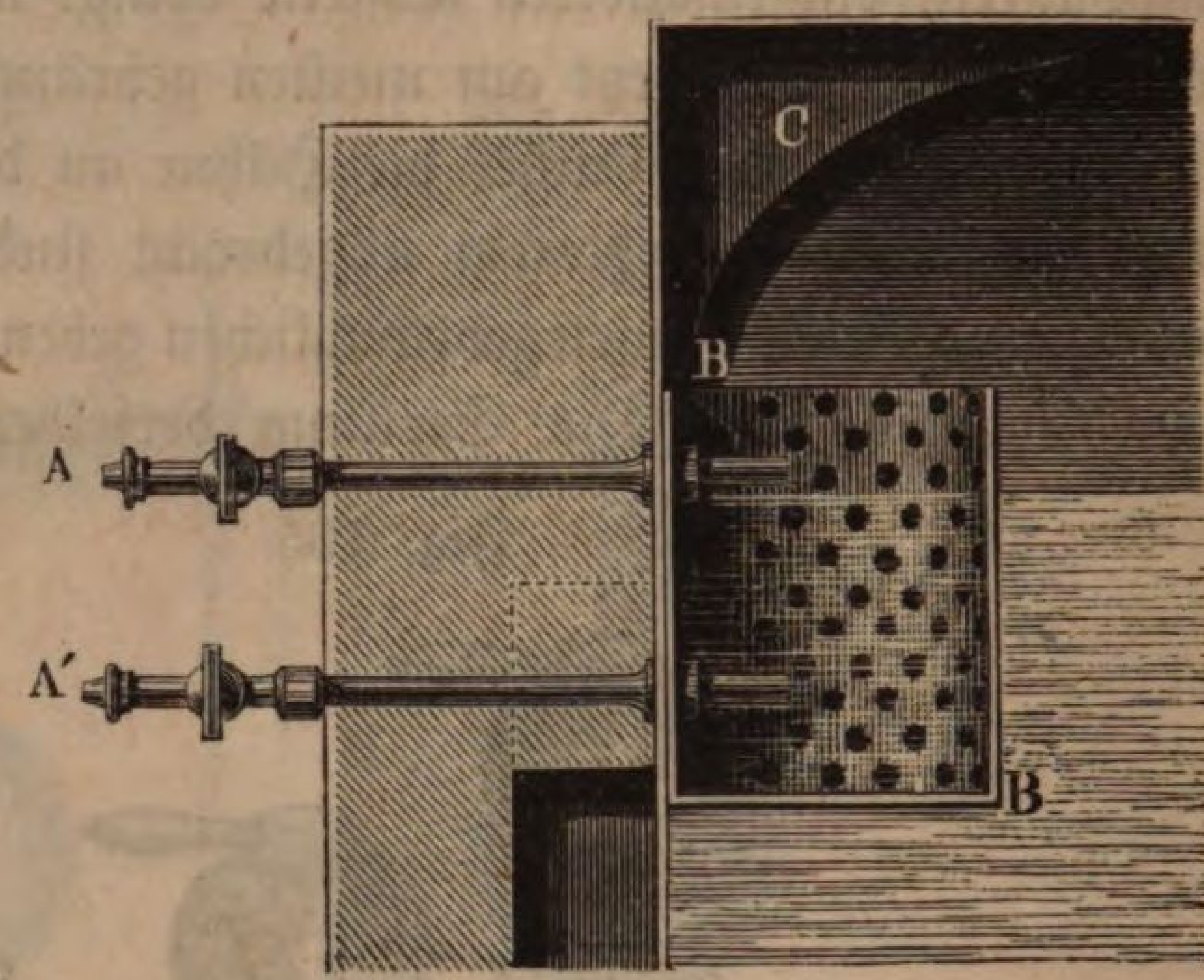


Fig. 108.



messingenen Krücken bedient man sich einer hölzernen Gabel, mit welcher man die Krücken anfassen und sicher bewegen kann. Eine solche ist bei Fig. 107 gezeichnet.

Fig. 109.

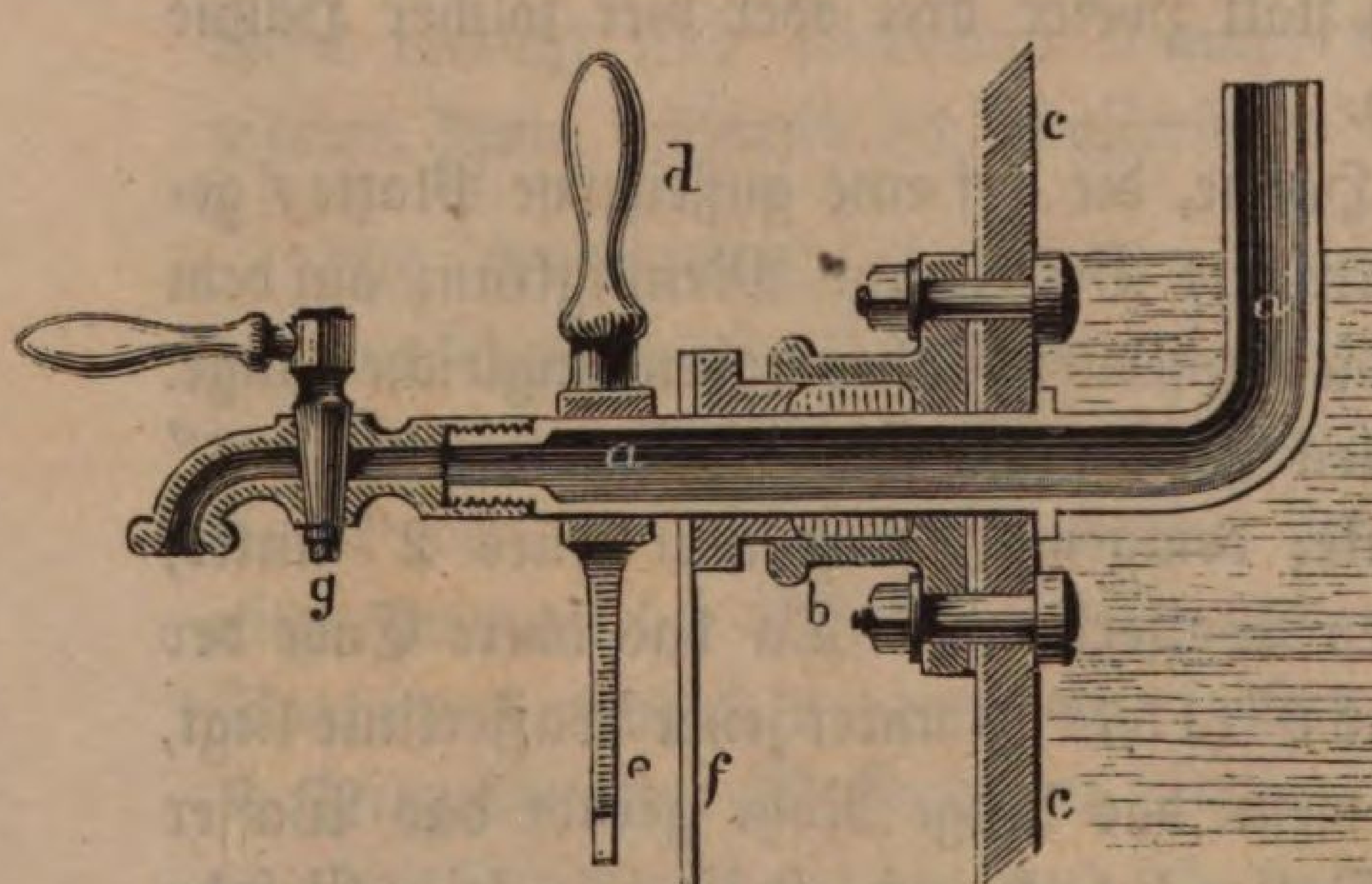


Fig. 110.

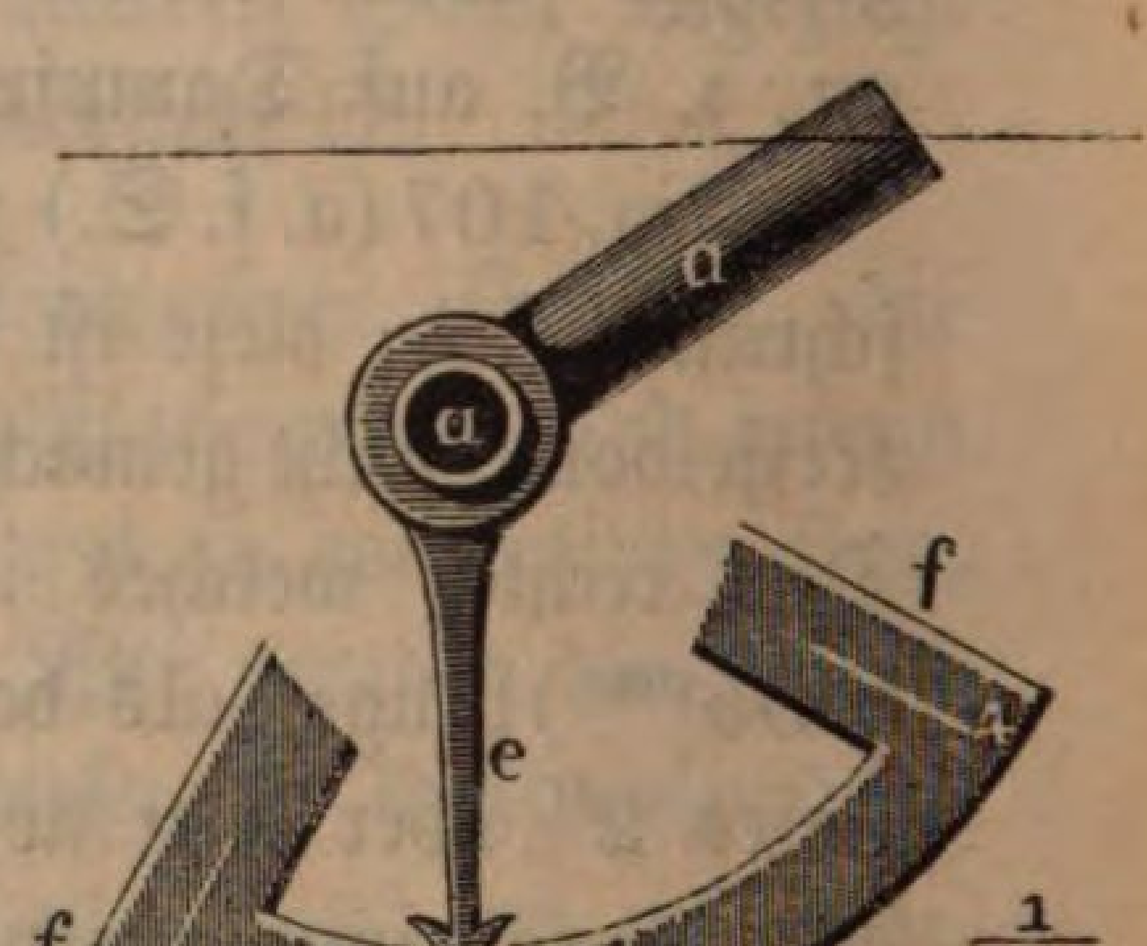
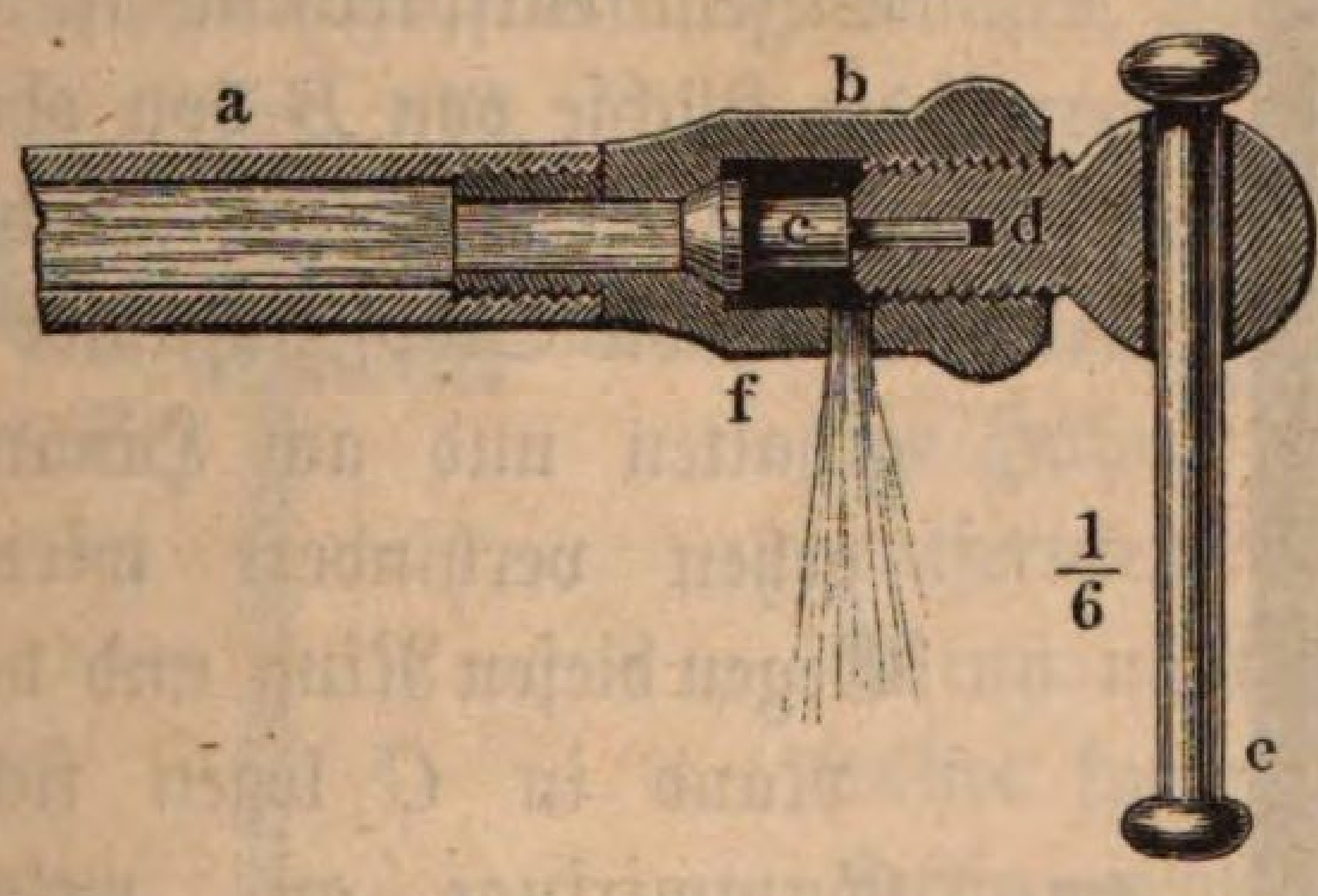


Fig. 108 zeigt eine gute Anbringung der Probirhähne an einem Cornischen Kessel. *A* Dampfhahn, *A′* Wasserhahn. Das Sieb *B*

vermindert (ähnlich dem des Schwimmers in Fig. 102) die Wallungen des Kesselwassers, welche die Beobachtungen leicht unsicher machen. Das zum Wasserhahn führende Rohr ist mit Mauerwerk umschlossen; dasselbe reicht in den Zug, der bis zu der punktirten Linie geht, hinab. *C* ist eine Winkelrippe zur Verstärkung des Kesselkopfes, wie man sie in neuerer Zeit bei den Kesseln mit flachem Kopf vielfach anwendet.

Eine zweckmäßige Einrichtung des Probirhahns für Kessel mit freiliegender Kopfplatte ist die in den Figuren 109 und 110 dargestellte, die man nicht selten auf Schiffskesseln findet. Das knieförmig gebogene Rohr *a* ist in der Stopfbüchse *b* (auf der Kesselplatte *c* festgeschraubt) mittelst der Krücke *d* drehbar. An dieser ist der Zeiger *e* befestigt, gleitend vor der festen Scala *f*. Beim Oeffnen des Hahns *g* und Umdrehen der Krücke gibt der Hahn Wasser, sobald die Oeffnung des Rohres den Wasserspiegel berührt.

Fig. 111.



Zum dampf- und wasserdichten Abschluß eignen sich die Ventile besser als die Hähne, weshalb man solche jetzt häufig statt der Hähne anwendet. Von einem Probirventil gibt Fig. 111 den Durchschnitt. *a* schmiedeisernes Rohr, vom Kessel herkommend, *b* Ventilgehäuse, worin *c* Ventilchen, *d* Druckschraube mit dem Schlüssel *e*; *f* Oeffnung zum Auslassen von Dampf oder Wasser.

Einige Construkteure ziehen dem vorstehenden Probirventil ein anderes vor, bei welchem das Ventil sich nach dem Inneren des Kessels hin öffnet, vom Dampfdruck also geschlossen gehalten wird; das Oeffnen geschieht durch eine Schraube wie hier, oder durch einen bloßen Drücker. Solche Ventile haben aber den Nachtheil, daß sie, einmal undicht geworden, nicht wie hier durch stärkeres Anziehen der Schraube wieder schließend gemacht werden können.

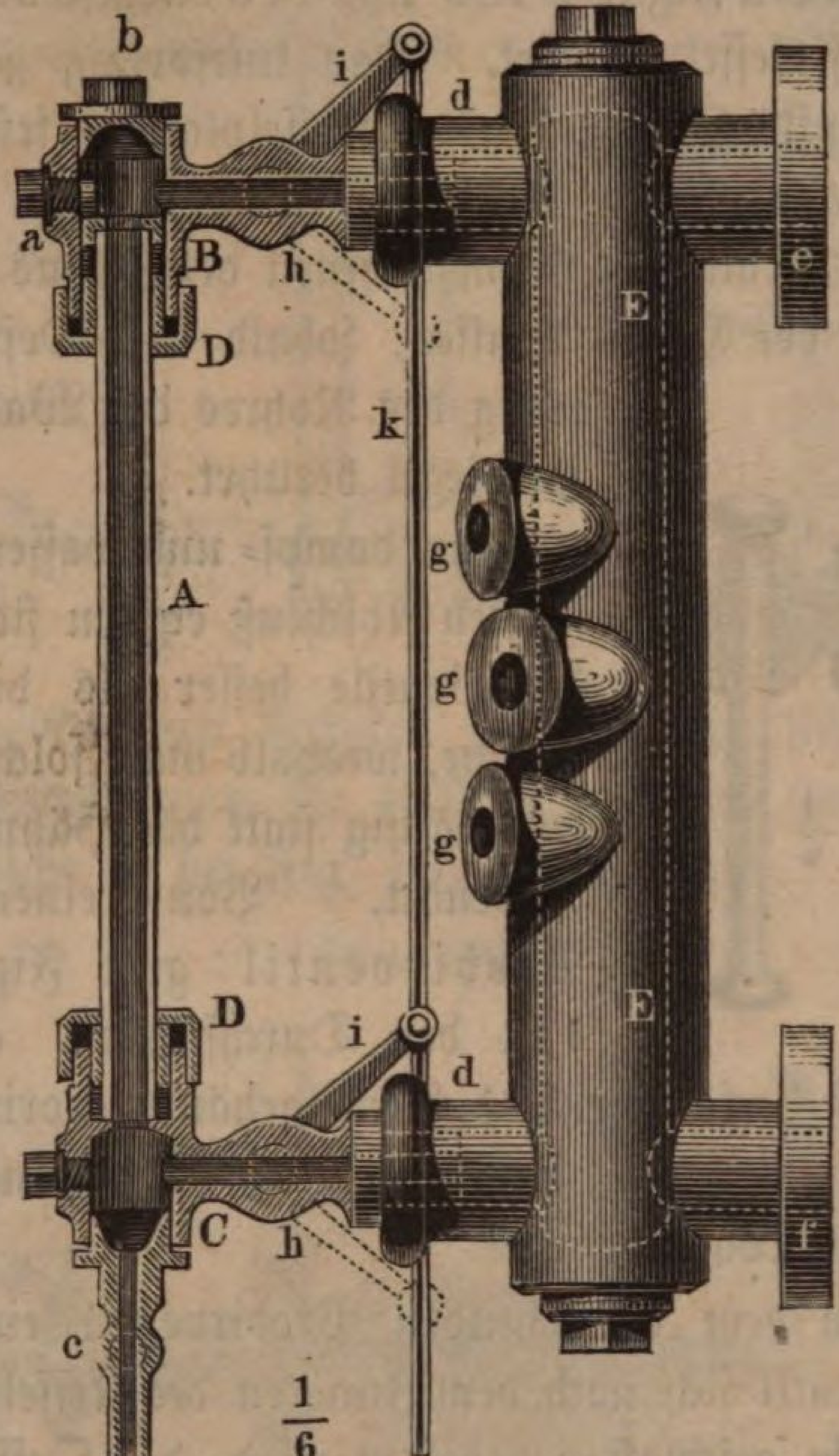
97. Am sichersten erkennt man den Wasserstand durch dessen direkte Beobachtung in einem Wasserstandszeiger oder Wasser-

standsglase. Bei diesem stellt sich die Lage des Wasserspiegels unmittelbar vors Auge.

Man kann bei Anbringung zweier gesonderter und sorgsam im Stande gehaltener Wasserstandsgläser an einem Dampfkessel von Probirhähnen und Schwimmern gänzlich Abstand nehmen.

Fig. 112 zeigt eine sehr gute Construktion eines Wasserstandzeigers. *A* Glasröhre von 3 bis 6‴ lichtem Durchmesser, 1 bis 2‴ Wanddicke und 6 bis 12″ Länge. Sie ist von oben in die Hahnstücke *B* und *C* eingeschoben und steht in *C* auf einem Rande fest auf. Diesem entsprechend ist in die Büchse von *B* von oben ein Ring eingelegt, welcher durch die Stöpselschraube *a* gehalten und am Hinaufgehen verhindert wird. Gegen diesen Ring und den Rand in *C* legen sich Gummiringe an, welche durch die Ueberwurfmuttern *DD* mittelst loser innerer Büchschen angepreßt werden und so den dampfdichten Schluß herbeiführen. *b* Stöpselschraube, *c* Reinigungshahn, welcher im geschlossenen Zustande die untere Oeffnung von *C* verschließt. Die Glasröhre kann bei der vorliegenden Einrichtung leicht ausgewechselt werden. Man löst nämlich zu diesem Ende die Stöpselschrauben *a* und *b*, schiebt nach Lösung der Muttern *DD* den unterhalb *a* liegenden Metallring sammt Gummischeiben und Glasrohr nach oben hinaus, und führt auf demselben Wege die Ersatzstücke ein.

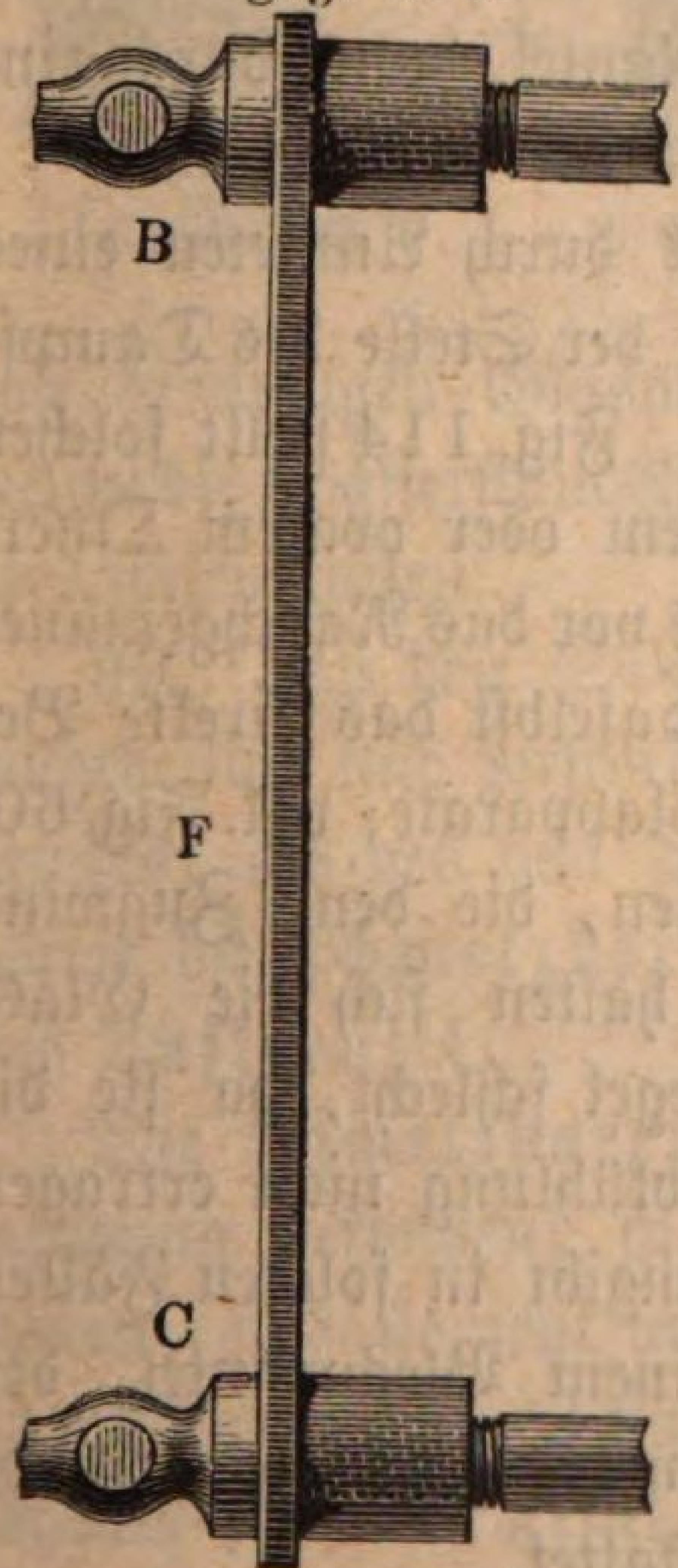
Fig. 112.



Die Hahnstücke *B* und *C* sind in die vorspringenden Muffen *dd* des Gefäßes *E* dampfdicht eingeschraubt. Dieses Gefäß, welches bei *e* mit dem Dampfraum, bei *f* mit dem Wasserraum des Kessels in Verbindung steht, dient sehr zweckmäßig einestheils zum starren Verbinden der Hahnstücke *B* und *C*, anderntheils zur Anbringung dreier Probirventile bei *ggg*. Die Hahnstücke müssen starr verbunden sein, weil sonst die Glasröhre sehr dem Zerbrechen ausgesetzt ist. Die gesetzlichen Probirhähne dürfen laut neuer preußischer Verordnung nicht mehr an dieser Stelle angebracht sein, sie sollen direkte Verbindung mit dem Dampfkessel haben.

Die Lilien der Hähne *hh* sind mittelst der Hebel *ii*, die durch die Stange *k* verbunden sind, zu bewegen. Da sich die Lilien um $1/4$ Kreis zu drehen haben, wenn die Hähne geschlossen werden sollen, so darf man nur die Stange *k* so weit herabziehen, daß die Hebel in die punktirte Stellung kommen, um sofort Dampf und Wasser abzusperren. Man thut sehr wohl, die Stange *k* mit einer Vorrichtung nach Art eines Schellenzuges zu versehen, so daß man die Hähne nöthigenfalls von einem etwas entfernten Standpunkt aus schließen kann. Wenn nämlich einmal plötzlich die Glasröhre springt, so kann man wegen des heftig ausströmenden Dampfes die Hahngriffe nur schwer finden und erreichen.

Fig. 113.



Manchmal läßt man auch das Zwischenstück *E* fort, verbindet aber dann, wie es Fig 113 zeigt, die Hahnstücke *B* und *C* mit einer Haltschiene *F*.

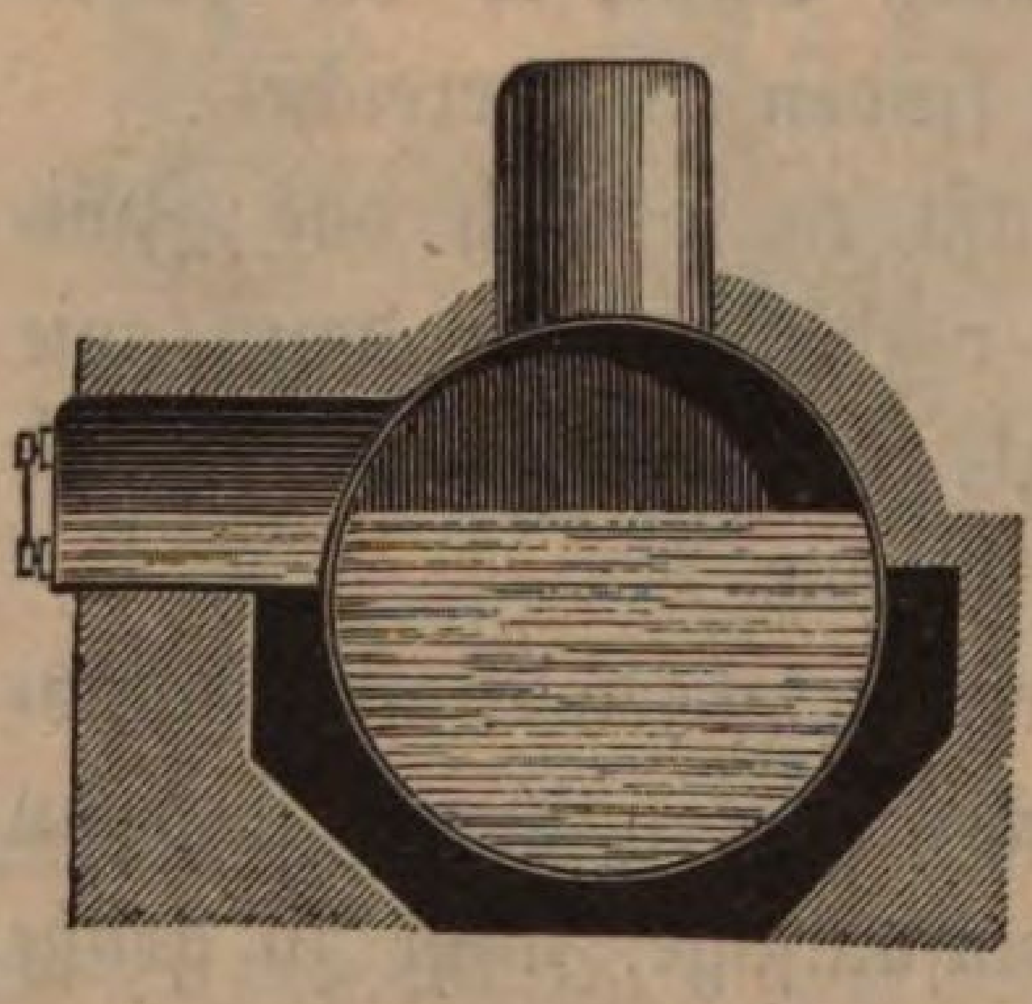
98. Die bei einem guten Wasserstandszeiger zu erfüllenden Bedingungen sind im Allgemeinen: gleichmäßige, nicht zu große Wanddicke des Glasrohres, welches von guter Qualität und vorsichtig gekühlt sein muß; Möchlichkeit eines raschen Einwechselns des Rohres, gut schließende, nicht klemmende Packung, Unveränderlichkeit in der gegenseitigen Stellung der Hahnstücke, Schutz der Zuleitungsröhren vor

Ueberhitzung; gehörige Weite des Rohres, welches die Probirventile trägt, und der Verbindungsröhren *e* und *f*. Diese sollen nie unter 1 Zoll lichter Weite haben, so kurz und so gerade wie möglich sein. Wir fanden diese Röhren eines explodirten Kessels nur $^1/_2$ Zoll weit genommen und dann noch fast ganz vom Steinansatz verengt. Man thut wohl, die Glasröhren vor dem Einsetzen noch einer neuen Kühlung zu unterwerfen. Zu dem Ende werden sie in einem Oelbade bis zum Siedepunkt des Oels erhitzt und dann mit dem Oel langsam erkalten gelassen. Vor dem Gebrauch reinigt man sie von dem anhängenden Oel mit Aetzlauge.

Das Wasserzuführungsrohr ist gewöhnlich auf eine kurze Strecke einer heftigen Feuerstrahlung ausgesetzt. Dadurch werden in dem Rohre Dampfblasen gebildet, welche durch ihr fortwährendes Aufwallen das Wasser im Glasrohre nie zur Ruhe kommen lassen und deshalb die Sicherheit der Beobachtung beeinträchtigen. Diesem Uebelstande begegnet man durch Umhüllung des Rohres an der freiliegenden Stelle, zuerst durch einen eisernen Mantel, dann durch eine nicht fest anliegende Hülle von feuerfesten Steinen.

Diese Umständlichkeit vermeidet man jetzt durch Annieten eines besonderen Stutzens, des Wasserstandsdoms, an der Stelle des Dampfkessels, wo sich die Wassercontrole befinden soll. Fig. 114 stellt solchen dar. Von rundem oder ovalem Querschnitt ragt er bis vor das Rauchgemäuer heraus, gestattet daselbst das direkte Befestigen der Controlapparate; vgl. Fig. 60.

Fig. 114.



An Feuerstellen, die dem Zugwind ausgesetzt sind, halten sich die Glasröhren in der Regel schlecht, da sie die öftere plötzliche Abkühlung nicht ertragen können. Man umgibt in solchen Fällen das Rohr mit einem Blechmantel, der durch zwei einander gegenüberstehende Schlitze das Beobachten des Wasserstandes gestattet.

Die Figuren 115, 116 und 117 zeigen einen Wasserstandszeiger anderer Art, der aus einem Metallkästchen *AB* mit Glasplattenverschluß bei *a* gebildet ist. Die beiden Glastafeln müssen genau

aufeinandergeschliffen und sehr vorsichtig mit dem Kästchen verschraubt werden. Ein nach dieser Zeichnung ausgeführter Wasserstandszeiger bewährte sich bei mehreren lokomobilen Dampfkesseln mit 3 bis 5 Atmosphären Spannung recht gut. In größeren Dimensionen hergestellt, waren die Platten zu sehr dem Zerspringen ausgesetzt, wodurch Störungen unvermeidlich wurden. Man kehrte deshalb hierfür zu den Röhrenzeigern zurück.

Fig. 115.



Fig. 116.

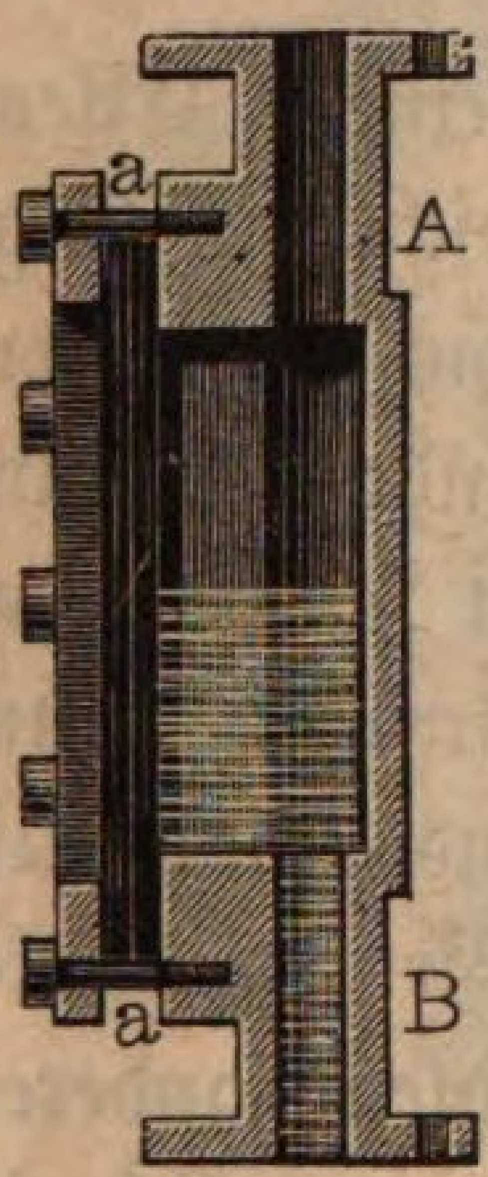
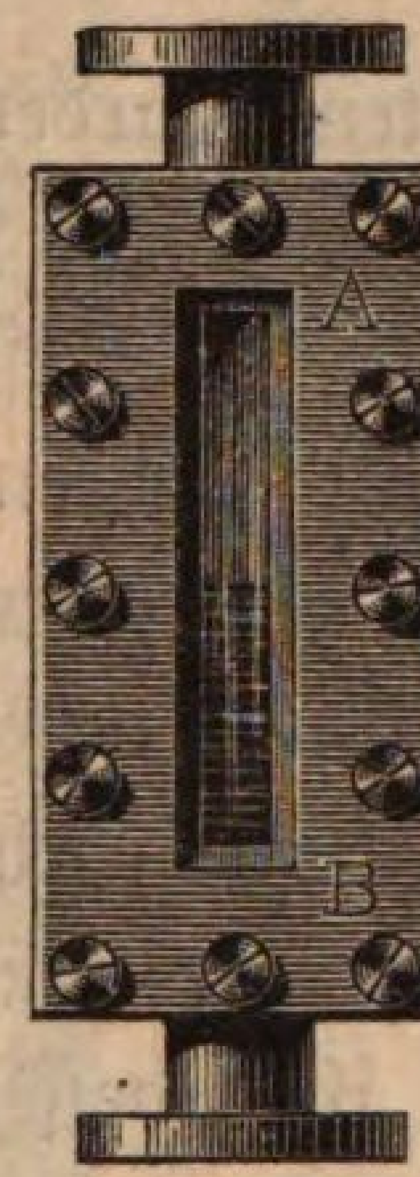


Fig. 117.

1/6



Neuerdings kommen die Wasserstandszeiger mit flachem Fenster wieder in England in erneute Aufnahme, nachdem man nämlich das gewöhnliche oder Spiegelglas durch das sogenannte Marienglas oder Fraueneis ersetzt hat. Dieses Material vermag sowohl sehr hohe Hitzgrade, als auch starke Pressungen gut zu ertragen. Man formt das Fensterchen als langgezogenes Oval. Ferner hat man Fenster von dreiseitigen Glasprismen eingelegt (schwierig zu unterhalten!), welche die Wasserstandshöhe reflectiren und von jedem Standpunkt aus beobachten lassen.

99. Zu den Sicherheitsapparaten, welche die Kessel gegen nachtheilige und zerstörende Einwirkungen sowohl des inneren Dampfdruckes, als des von außen wirkenden Luftdruckes schützen sollen, gehören die schmelzbaren Platten, die Sicherheitsventile und das Luftventil.

Die schmelzbaren Platten haben in Deutschland wenig Anwendung gefunden; in Frankreich, wo sie seit 1829 vorgeschrieben waren, sind sie jetzt aufgegeben worden, weil sie sich nicht nur als unzulänglich zum Schutz gegen Explosionen, sondern oft sogar als gefährlich für den Kessel herausgestellt haben. In der Kürze sei hier nur so viel zur allgemeinen Kenntniß davon gesagt, daß man sie aus Zinn, Blei und Wismuth in einer Mischung herstellt, welche bei einer gewissen Temperatur des Dampfes zu schmelzen beginnt.

Je nach den Mischungsverhältnissen schmilzt das Metall bei höherer oder niederer Temperatur. Soll nun z. B. ein Kessel nie stärkeren Dampf als von 4 Atmosphären (3 Atm. Ueberdruck), der 145,5° heiß ist, erzeugen, so wählt man die Composition so, daß das Metall bei 145,5° schmilzt, also dann dem Dampf einen Ausweg gestattet. Zu dem Zwecke hat man folgendes Verhältniß der Metallmengen zu befolgen:

8	Theile	Wismuth	schmilzt bei 145,5° C.
16	„	Blei	
12	„	Zinn	

Die so hergestellten Schmelzplatten wurden mit einem Eisengitter von großer Festigkeit überdeckt, weil sie selbst leicht in Folge des Dampfdruckes zerspringen würden; mit diesem Schutzgitter verbunden schraubte man sie als Verschlüsse vor entsprechende Oeffnungen im Kesseldache. Die Anbringung der schmelzbaren Platten hat aber, da leicht in einem Kessel jene hohe Temperatur eintreten kann, ohne daß Gefahr vorhanden ist, viel Unangenehmes und Nachtheiliges und ist deshalb nicht anzurathen. Der glückliche Grundgedanke, welcher ihrer Anwendung innewohnt, ist indessen in einem anderen Apparate mit dem besten Erfolge verwerthet worden, nämlich in dem Black'schen Warner, einem Apparate, welcher das Zutiefsinken des Wasserstandes anzeigt. Derselbe ist in den folgenden Figuren dargestellt, und zwar in Fig. 118 das Obertheil in $^1/_4$, in Fig. 119 das Untertheil in $^1/_{36}$ der natürlichen Größe.

A ist ein bei circa 100° C. schmelzbarer konischer Pfropf, welcher ein bei *B* geschlossenes Kupferrohr *BCD*, das unten mit seiner Mündung einige Zoll tief ins Kesselwasser taucht, dampfdicht verschließt. Das den Pfropf niederhaltende Stück *E* ist als Pfeife gestaltet; ein von unten hereintretendes Ventil *F* kann die Verbindung der Pfropföffnung mit dem Kupferrohre schließen. So lange der Wasserstand genügend hoch ist, hält der Dampfdruck im Kessel das Rohr *DCB* bis oben hin mit Wasser gefüllt, welches auch den Pfropf bespült; das Wasser in dem Rohr ist ebenso wohl wegen der 3 bis 4 Fuß betragenden Länge des Rohrstückes *CD*, als der ungefähr ebenso großen Länge des behufs Platzersparniß schraubenförmig gewundenen Rohrstückes *AB* einer fortwährenden Abkühlung durch Ausstrahlung ausgesetzt,

so daß seine Temperatur nicht über 40 bis 50° C. steigt. Fällt aber der Wasserspiegel bis unter die Mündung *D*, so entleert sich das

Fig. 118.

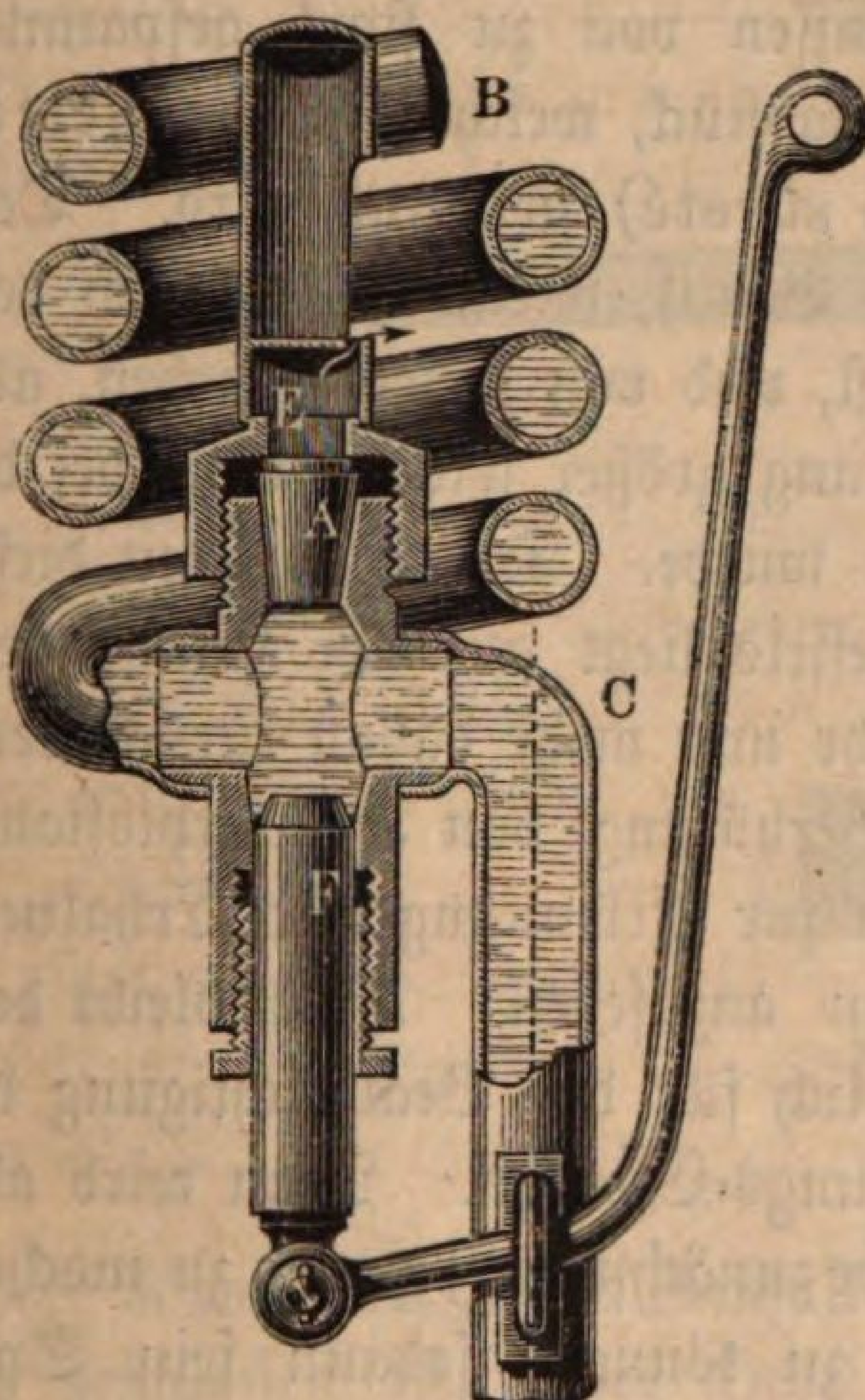
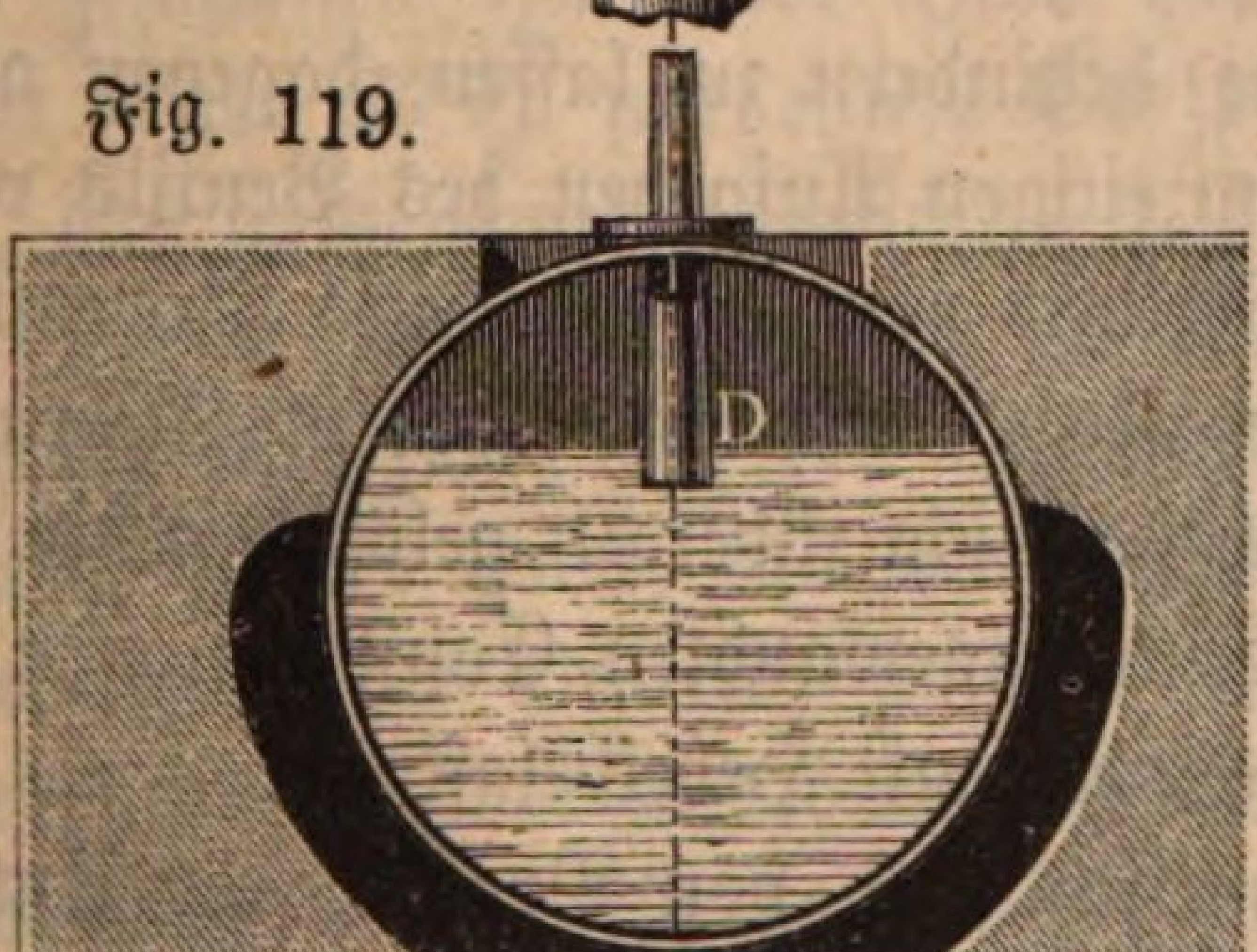


Fig. 119.



Rohr in den Kessel, um alsbald von Kesseldampf gefüllt zu werden. Dieser schmilzt vermöge seiner hohen Temperatur sofort den Pfropf *A*, tritt sodann grell pfeifend bei *E* aus, und zeigt dadurch den Wassermangel in unverkennbarer Weise in einem Augenblicke an, wo eine eigentliche Gefahr für den Kessel noch nicht vorhanden ist, aber gerade beginnt. Die Speisepumpe kann dann angesetzt und die Dampfpfeife vermittelst des Ventiles *F* außer Thätigkeit gesetzt werden. Vielfachen Zeugnissen zufolge, welche die Verfertiger des Apparates, Watremez und Kloth in Aachen, aufweisen, hat der Black'sche Warner schon große Gefahren zeitig angezeigt und sich als ein sehr empfehlenswerthes Montirungsstück ausgezeichnet.

Dasselbe hat übrigens schon eine sehr starke Verbreitung, indem die obengenannten Fabrikanten viele hundert Firmen aufweisen, welche den Warner in je einem oder mehr Exemplaren bezogen haben. Man hat es zweckmäßig gefunden, die Rohrmündung *D* mit einem Blechsieb zu umgeben (vergl. Fig. 108), welches das Wasser dort vor Wallungen zu schützen hat. Auf den geschlossenen Boden dieses Siebes kann auch das schmelzende Metall beim etwaigen Herabsinken fallen, wo es dann keinen Schaden macht. Beobachtet wurde nämlich, daß

solches Metall, auf den Kesselboden fallend, Grund zu Ansammlung von Kesselstein wurde und nun Verbrennen der Platte an dieser Stelle bedingt.

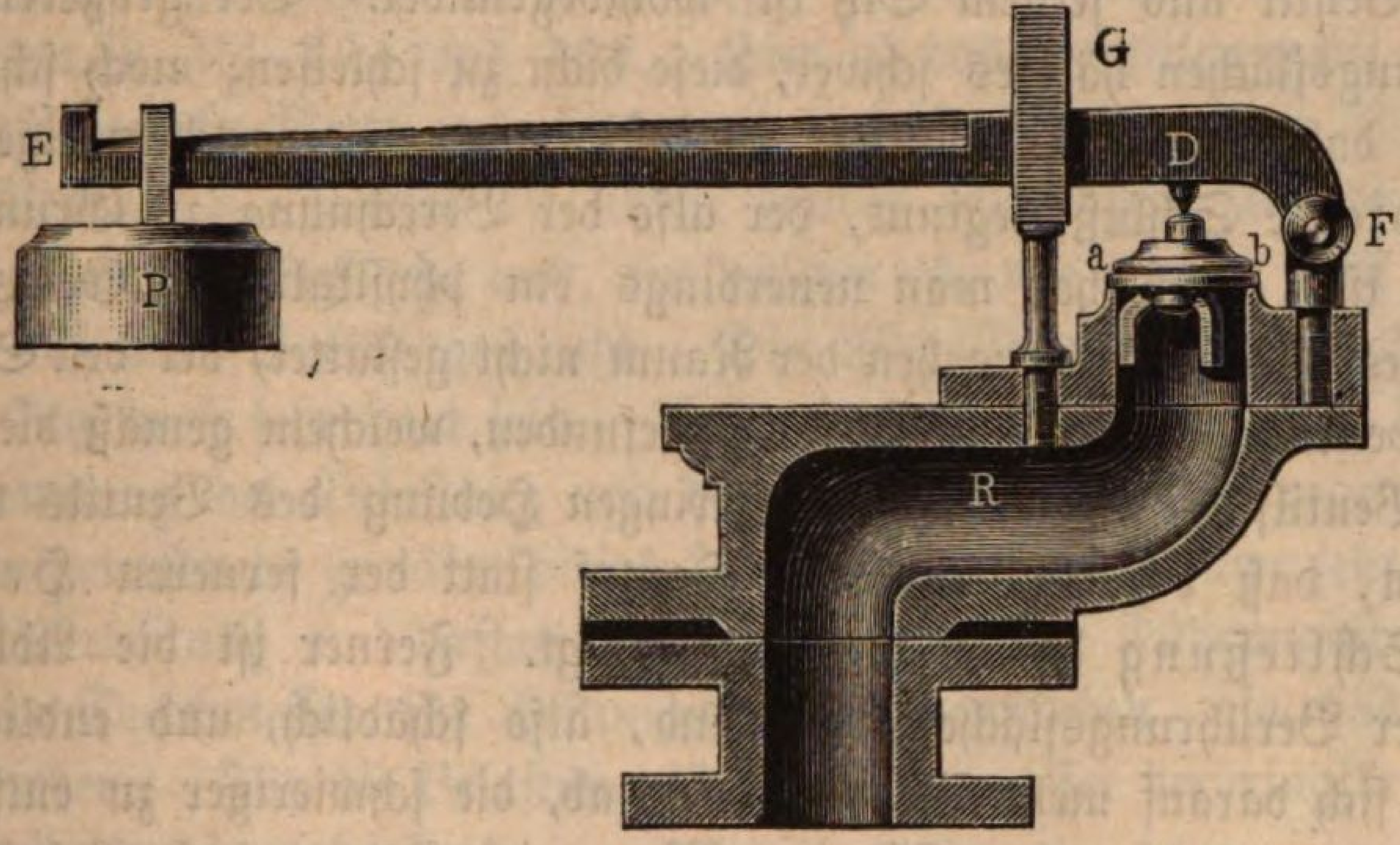
100. Zum selbstthätigen Auslassen von zu stark gespannten Dämpfen dient das wichtige Ausrüstungsstück, welches **Sicherheitsventil** (safety valve; soupape de sûreté) genannt wird. Dasselbe ist im allgemeinen ein belastetes Ventil, welches von unten dem Drucke des Kesseldampfes ausgesetzt ist, und von diesem gehoben, also geöffnet wird, wenn die Dampfspannung größer wird, als sie bei der Wahl der Ventilbelastung vorgesehen wurde. Die Wichtigkeit dieses Apparates für die Erhaltung des Kessels liegt auf der Hand; dennoch kommt man in neuerer Zeit mehr und mehr davon zurück, demselben einen besonderen Werth zur Verhütung von Kesselexplosionen beizulegen, vielmehr die Vorkehrungen zur Erkennung und Erhaltung des Wasserstandes als die wichtigeren anzusehen. Doch bleibt deshalb das Sicherheitsventil unentbehrlich für die Beaufsichtigung des Kessels und Verhütung von Spannungs-Excessen. Man wird also jederzeit darauf achten müssen, dasselbe zunächst groß genug zu machen, um den Dampfüberschuß auslassen zu können, sodann sein Spiel nicht durch schädliche Widerstände behindern zu lassen, dagegen aber auch einem zu frühzeitigen oder unzeitigen Aufgehen des Ventils vorzubeugen, indem damit nutzlose Verluste von Wärme, also Brennstoff verbunden sind. Diese Aufgabe ist bei den bis jetzt im Gebrauch befindlichen Sicherheitsventilen lange nicht überall gelöst. Wir beschreiben eine Reihe der hauptsächlich angewandten Construktionen.

Fig. 120 zeigt ein Sicherheitsventil mit Hebelbelastung.

Das Ventil *ab* und der Ventilsitz sind von Bronze; der Untersatz *R* des Ventilsitzes besteht aus Gußeisen. Derselbe ist zur Seite gekröpft, damit der lange Belastungshebel *DE* nicht zu weit aus der Mittelebene des Kessels herausragt. Das Ventil hat drei Leitarme, welche mit ganz geringem Spielraume in den cylindrisch ausgedrehten Ventilsitz eingepaßt sind. Dicht unter der ganz eben gedrehten Sitzfläche des Ventils sind die Arme eingezogen, um dem Dampfe den Austritt nicht zu erschweren. Der Zapfen *D* läuft in eine gerundete Spitze aus, mit welcher der Hebel *EF* auf das Ventil drückt. Mit Sorgfalt ist die Lage des Gelenkstiftes *F* des Hebels

so zu wählen, daß er bei geschlossenem Ventil mit der Spitze von *D* in einer Parallelen zur Ventilsitzfläche liegt, mit welcher die schneidige

Fig. 120.



obere Kante des Hebels ebenfalls parallel laufen soll, wenn das Ventil geschlossen ist. Der Hebel hat eine Führung in der Gabel *G*, sein Ende *E* ist mit einem Vorsprung versehen, der dazu bestimmt ist, das aufgehängte Gewicht am Abgleiten zu hindern.

Wenn der Dampfdruck im Kessel, welcher von unten auf das Ventil und zwar auf den Querschnitt der Erweiterung im Ventilsitz wirkt, stärker wird, als die vermittelst des Hebels bewirkte äußere Belastung des Ventils, so hebt der Dampf das Ventil sammt dem Hebel in die Höhe und bekommt dadurch einen Ausweg. Die Dampfspannung kann also dann nicht mehr zunehmen und dem Kessel gefährlich werden. Dabei ist natürlich die erforderliche Größe des Ventils vorausgesetzt. Immerhin ist es gut, den Durchmesser des Sicherheitsventils ziemlich groß zu nehmen, indem die Unrichtigkeiten verhältnißmäßig kleiner werden, je größer das Ventil ist. Vielfache Versuche haben dies ausführlich nachgewiesen.

Nach der älteren preußischen Verordnung mußte die Summe der Ausströmungsöffnungen an den Sicherheitsventilen wenigstens $^1/_{3000}$ der Heizfläche des Kessels betragen. Die neuesten Bestimmungen findet man im Nachtrag K. und in den dort citirten gesetzlichen Be-

stimmungen diverser Länder. Wesentlich ist es, Ventil und Sitz sich nur auf sehr schmaler Ringfläche berühren zu lassen.

Dieses Vorschreiben solcher schmalen Berührungsflächen zwischen dem Ventil und seinem Sitz ist wohlbegründet. Bei größeren Berührungsflächen hält es schwer, diese dicht zu schleifen; noch schwerer ist es dabei, den Durchmesser zu bestimmen, mit welchem eigentlich der dichte Schluß beginnt, der also der Berechnung zu Grunde zu legen ist. Auch hat man neuerdings ein physikalisches Gesetz (auf welches aber hier einzugehen der Raum nicht gestattet) bei den Sicherheitsventilen beachtet und bestätigt gefunden, welchem gemäß die breiten Ventilsitze bei einer ganz geringen Hebung des Ventils verursachen, daß der ausströmende Dampf statt der ferneren Hebung die Schließung des Ventils begünstigt. Ferner ist die Adhäsion großer Berührungsflächen bedeutend, also schädlich, und endlich lagern sich darauf mehr Unreinigkeiten ab, die schwieriger zu entfernen sind als auf schmalen Sitzen. Man wird finden, daß Ventile mit breiten Sitzen fast fortwährend undicht sind. Die Ungenauigkeit in der Bestimmung des wirksamen Durchmessers ist uns oft störend bei gut geschliffenen Ventilen entgegengetreten. Beispielsweise fanden wir, daß sämmtliche derartige Ventile der Dampfkessel eines großen Walzwerkes bei 35 Pfund Dampfdruck abbliesen, während sie auf $52^1/_2$ Pfund berechnet, ausgeführt und von den Behörden geprüft waren. Diesem gegenüber konnten wir mit Ventilen nach Fig. 121

Fig. 121.

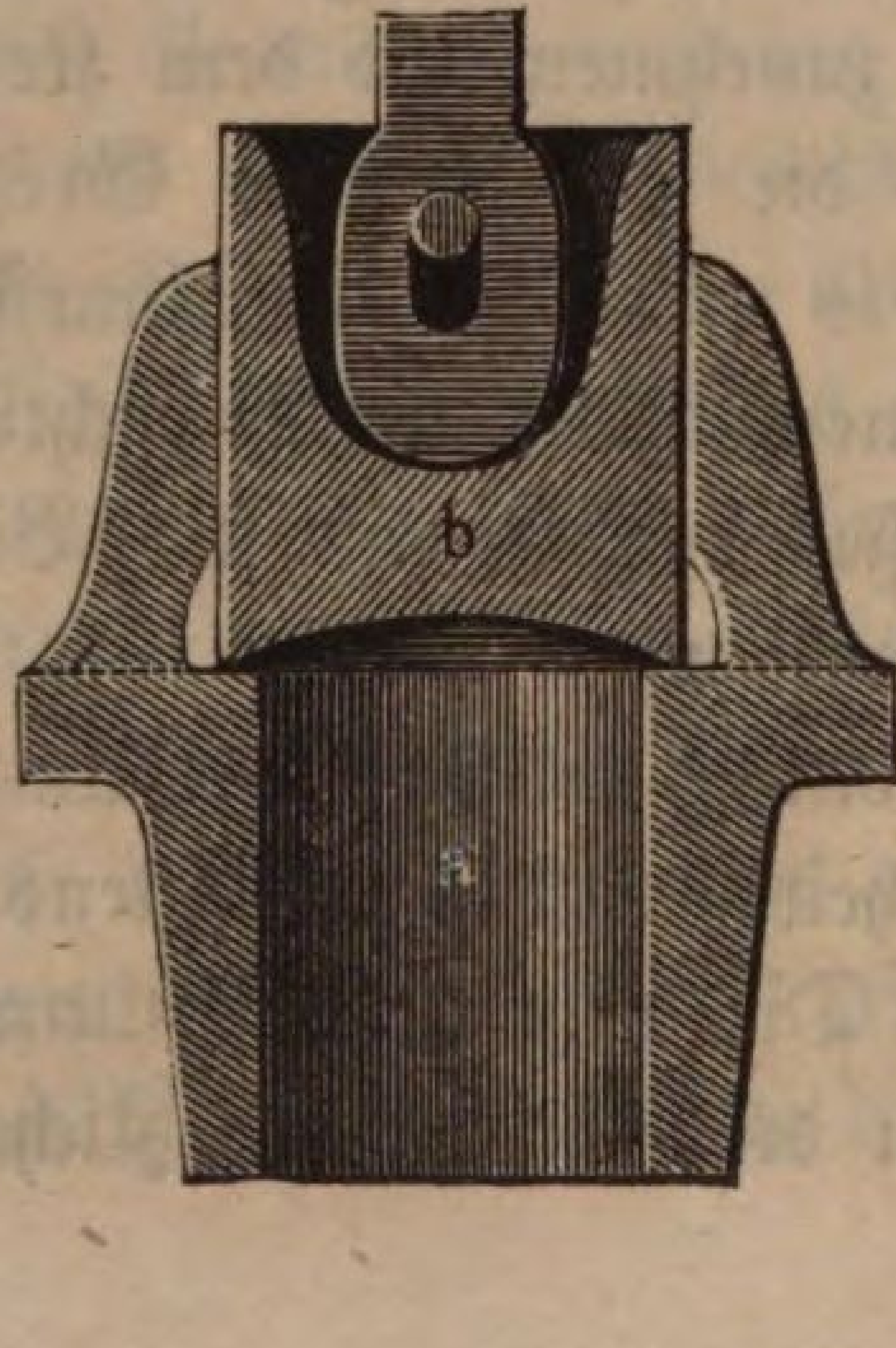
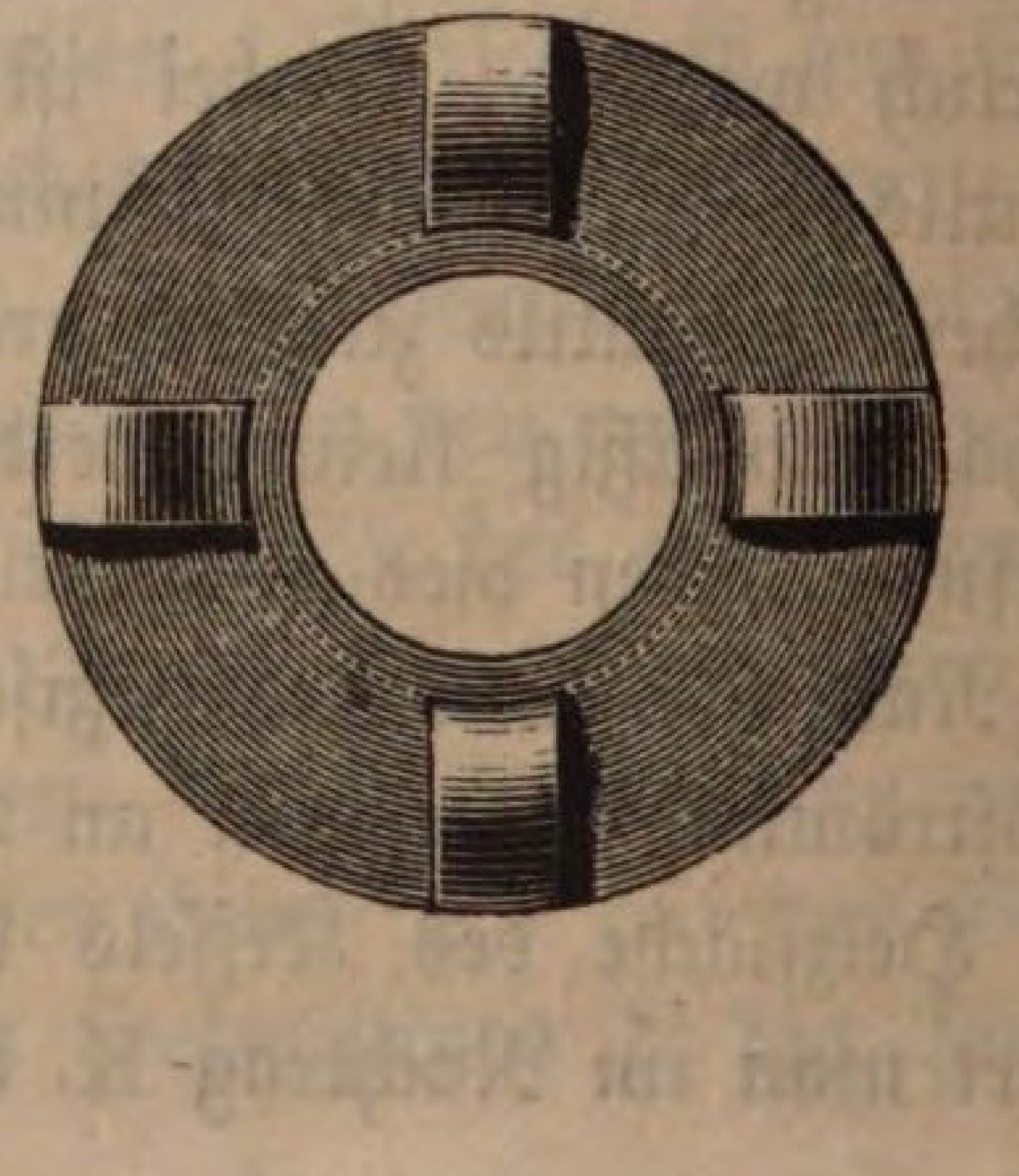


Fig. 122.



immer bis zu $1^1/_2$ Pfund unter dem concessionirten Druck arbeiten, also den Maschinen ihre volle verlangte Spannung des Dampfes liefern.

Jene Ungenauigkeit ist so zu sagen gänzlich beseitigt bei der Construktion in Fig. 121 und 122. Hier ist das Ventillager bei *a* auf die erforderliche Weite ausgedreht und hat vier Knaggen zur Führung des Ventils *b*. Dieses ist unten convex ausgedreht und läuft zu einer scharfen Ringfläche aus, mit welcher es, wie in Fig. 122 punktirt, auf dem Ventillager ruht. Die Metallcomposition zu Ventil und Sitz muß sehr hart sein. Außer dem guten Schluß, der Uebereinstimmung der Belastung und des Abblasens mit dem zugehörigen Manometerstande gewährt dieses Ventil den Vortheil einer sehr leichten Bearbeitung und gestattet, da es ohne innere Führungsstege ist, kleinere Durchmesser für bestimmte Ausgangsflächen, als das oben beschriebene. Für die Belastung ist der Durchmesser der ringförmigen Schneide an *b* maßgebend.

Das Belastungsgewicht soll sich auf dem Hebel *EF*, Fig. 120, an dessen äußerstem Ende bei *E* befinden, und dann jeder □Centimeter der dem Dampfdruck ausgesetzten Ventilfläche mit 1,033 Kilogramm = 15,02 Altpfund = 14,04 Zollpfund pr. □Zoll preuß. für jede Atmosphäre (über den Luftdruck) belastet sein*). Das so einmal angeordnete Gewicht darf unter keinen Umständen vergrößert werden. Da dieses dennoch dem Maschinisten möglich ist, wenn er stärkeren Dampf gebraucht, so bestehen in einzelnen Staaten, z. B. in Preußen, Verordnungen, nach welchen eines der Sicherheitsventile dem Wärter unzugänglich sein muß.

Eine dieser Bedingung entsprechende Einrichtung ist in Fig. 123 (a. f. S.) in vertikalem Durchschnitt dargestellt. Man nennt diese

*) Die Umrechnung der Altpfunde in Neu- oder Zollpfunde und umgekehrt geschieht nach den Sätzen, daß

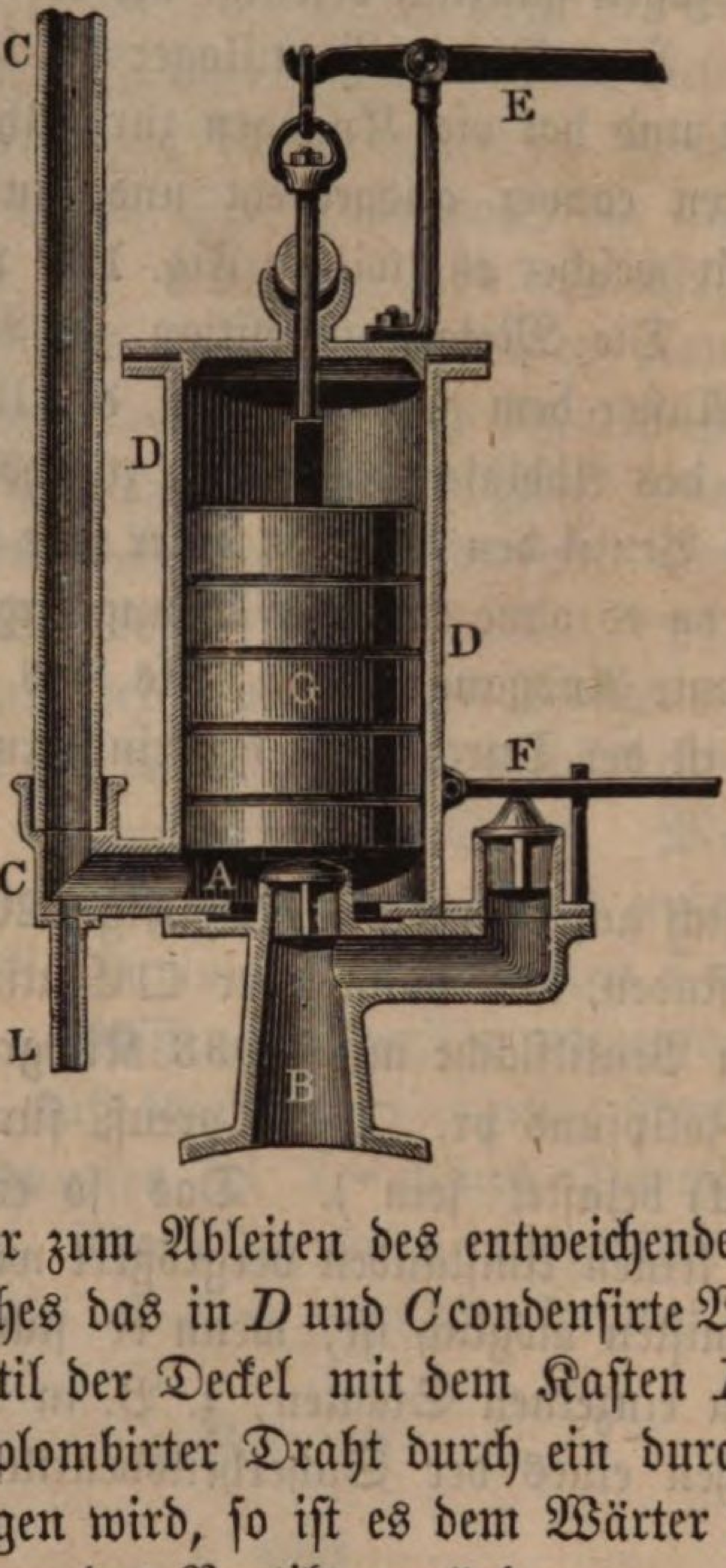
1 Altpfund = 0,9354 Neupfund,

1 Neupfund = 1,0690 Altpfund ist.

Demnach ergäbe die gewöhnlich angenommene runde Zahl von 15 Altpfund für den Atmosphärendruck = 14,031 Neupfund. Siehe Nachtrag G.

Ventile solche mit **direkter** Belastung, die vorigen aber Ventile mit **indirekter** oder **Hebelbelastung**.

Fig. 123.



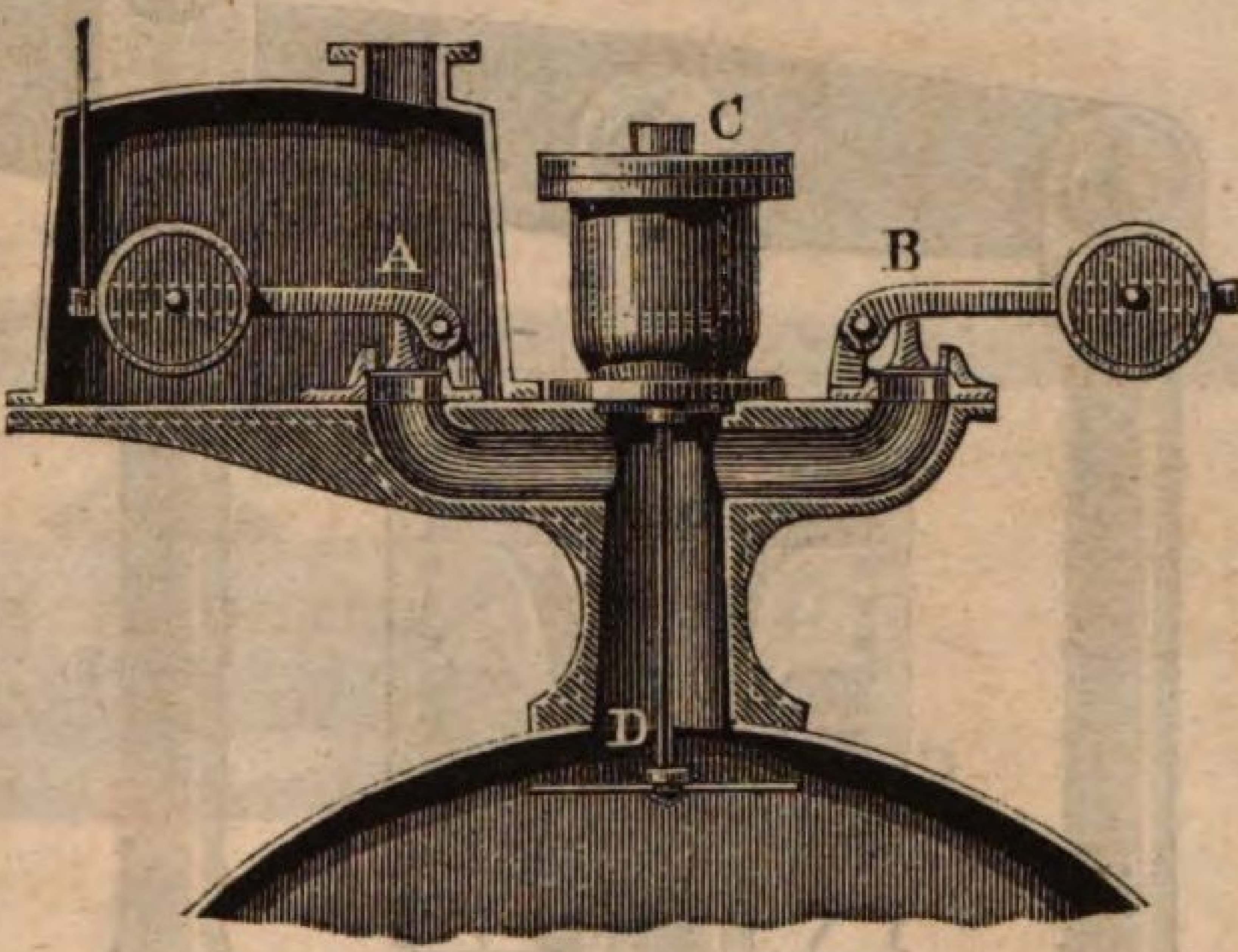
A Ventil, *B* Untertheil aus Gußeisen, auf den ein cylindrischer Ventilkasten *DD* gesetzt ist, welcher durch einen flachen Deckel geschlossen ist. In das Ventil ist eine vierkantige Eisenstange geschraubt, die unten eine vorspringende Scheibe hat, auf welcher die Belastungsgewichte *GG*, gußeiserne Scheiben, ruhen. Oberhalb ist die Stange cylindrisch und bewegt sich in einer Stopfbüchse; an ihrem oberen Ende hat sie ein Auge, von dem ein Draht an das kurze Ende eines ungleicharmigen Hebels *E* geht. Dieser Hebel dient zum Lüften und Probiren des Ventils. *C* ist das Rohr zum Ableiten des entweichenden Dampfes, *L* ein gleiches, durch welches das in *D* und *C* condensirte Wasser abfließt. Wenn bei diesem Ventil der Deckel mit dem Kasten *D* verschraubt ist, und außerdem ein plombirter Draht durch ein durch beide Flantschen gebohrtes Loch gezogen wird, so ist es dem Wärter nicht möglich, etwas an der Belastung des Ventils zu ändern.

Man sieht an *B* noch einen Dampfweg und ein zweites Ventil *F*, welches wie das Sicherheitsventil in Fig. 120 mit Hebelbelastung versehen ist.

Einen recht gut construirten Sicherheitsapparat mit einem unzugänglichen und einem zugänglichen Ventil stellt Fig. 124 dar. Beide Ventile haben Hebelbelastung und sind, ähnlich dem in Fig. 121 und 122, ohne innere Führungsstege. Der vorliegende Apparat trägt zwischen beiden Ventilen *A* und *B* noch das Absperrventil *C*, vor dessen Zugang *D* im Kessel eine Schutzplatte gegen das Mit-

strömen von Wassertheilchen angebracht ist (vergl. Fig. 93). Ein Rohrstutz am Untersatz ADB dient fürs Manometer. Dieser Apparat ist für Schiffskessel sehr anwendbar.

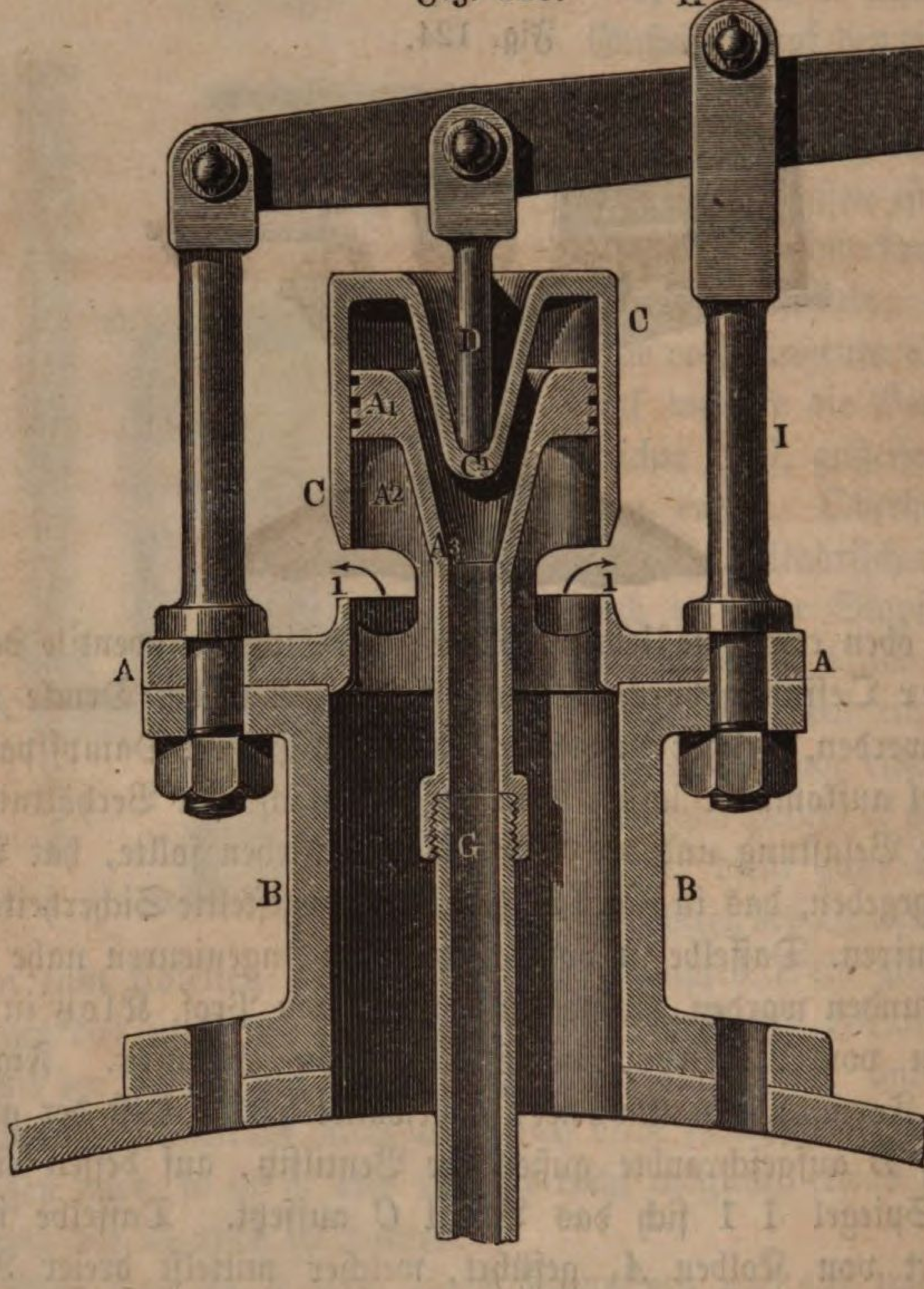
Fig. 124.



Der oben erwähnte Uebelstand, daß die Sicherheitsventile bei nur geringer Oeffnung durch die Atmosphäre mit einem Drucke niedergepreßt werden, welcher eine andere, nämlich größere Dampfspannung im Kessel aufkommen lassen kann, als sie nach dem Verhältniß zwischen der Belastung und der Ventilfläche entstehen sollte, hat Veranlassung gegeben, das in Fig. 125 (a. f. S.) dargestellte Sicherheitsventil zu konstruiren. Dasselbe ist von verschiedenen Ingenieuren nahe gleichzeitig erfunden worden, nachweislich zuerst von Prof. Klotz in Prag, außerdem von Lindner, in England von Bodmer. Fig. 125 zeigt die Form, welche Bodmer angewandt hat. A ist der auf den Untersatz B aufgeschraubte gußeiserne Ventilsitz, auf dessen ringförmigen Spiegel 1 1 sich das Ventil C aufsetzt. Dasselbe ist auf einer Art von Kolben A_1 geführt, welcher mittelst dreier Rippen A_2 und des Rohres A_3 mit dem Ventilsitz A fest zusammenhängt; die Verlängerung G des Rohres A_3 führt zu einem Theile des Kessels, in welchem Wasserwallungen nicht zu erwarten sind, und es wird der Ventilhöhlung von dorther durch G Dampf von einer Spannung zugeführt, welche von derjenigen bei 1 1 unabhängig ist, indem die in A_1 eingedrehten Rinnen einen fast ganz dichten Verschluß herbeiführen. Dieser Dampfdruck lüftet das Ventil, sobald er mit dem auf C_1 durch den Stift D übertragenen Drucke ins Gleich-

gewicht tritt, welchen das hier nicht sichtbare Gewicht *F* an dem Belastungshebel ausübt. Alsdann hebt sich sofort das Ventil so weit,

Fig. 125.



daß der Hebel an den Stift bei *H* in dem Führungsstücke *I* anschlägt, um sofort wieder ganz zu sinken, sobald der Dampfdruck wieder auf das richtige Maß gesunken ist. Vielseitigen Angaben nach arbeitet das Ventil vortrefflich.

101. Bei den Lokomotiven können die bisher besprochenen Sicherheitsventile wegen der unvermeidlichen Schwankungen der ganzen Maschine nicht ohne Weiteres angewandt werden. Man belastet daher dort die Ventile meistens durch Federdruck. Eine sehr gebräuchliche

Einrichtung zeigen die Figuren 126 und 127. Das Sicherheitsventil *A* hat seinen Sitz neben einem anderen ganz gleichen Ventil

Fig. 126.

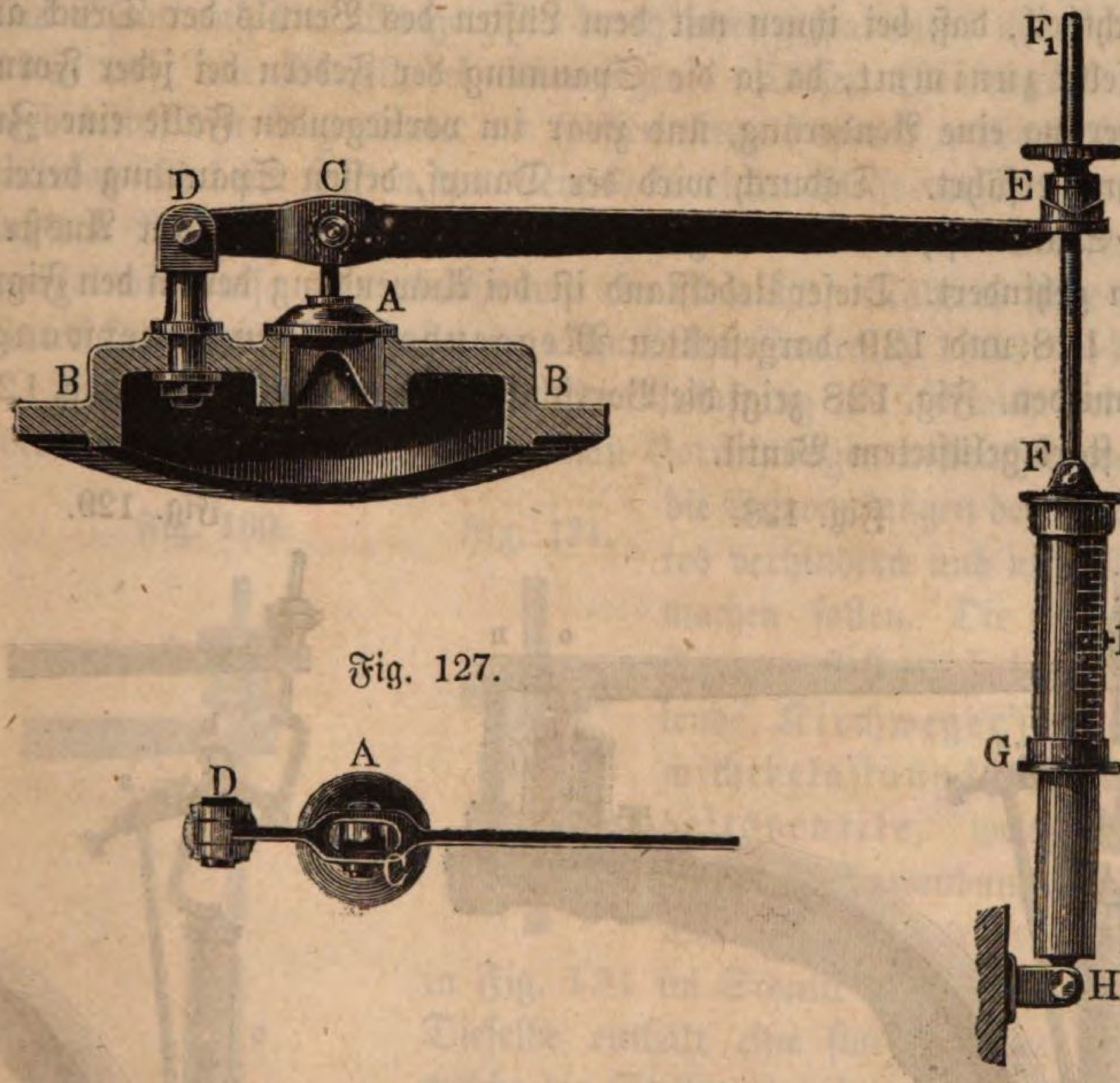


Fig. 127.

auf einem gußeisernen Hut *BB*, welcher auf das Dach des Kessels aufgeschraubt ist. Es wird vermittelst des Belastungshebels *CDE* durch die Federwaage *EFGH* niedergepreßt. Letztere besteht aus zwei übereinandergeschobenen Büchsen, deren äußere Enden durch eine innenliegende Schraubenfeder gegeneinander gezogen werden, so daß, da die untere Büchse bei *H* am Kessel festsitzt, die an *GF* befestigte Schraube FF_1 durch die Kraft der Feder nach unten gezogen wird. Die Größe der Zugkraft wird auf einer an *GH* angebrachten Skala angegeben, zu welcher die innere Büchse den aus einem Schlitz herausschauenden Zeiger *I* trägt. In der Regel geben die Skalentheile den Dampfdruck pro Flächeneinheit an, welchem der Druck auf das Ventil das Gleichgewicht zu halten vermag; dieser Druck kann durch Verstellen

der Mutter bei *E* auf der sehr feingängigen Schraube FF_1 nach Belieben vergrößert oder verkleinert werden.

Die Federbelastungen haben gegen die Gewichtsbelastungen den Nachtheil, daß bei ihnen mit dem Lüften des Ventils der Druck auf dasselbe zunimmt, da ja die Spannung der Federn bei jeder Formänderung eine Aenderung, und zwar im vorliegenden Falle eine Zunahme erfährt. Dadurch wird der Dampf, dessen Spannung bereits im Stande ist, die Lüftung des Ventils zu beginnen, am Ausströmen gehindert. Dieser Uebelstand ist bei Anwendung der in den Figuren 128 und 129 dargestellten Meggenhofen'schen Federwaage vermieden. Fig. 128 zeigt die Vorrichtung bei geschlossenem, Fig. 129 bei stark gelüftetem Ventil.

Fig. 128.

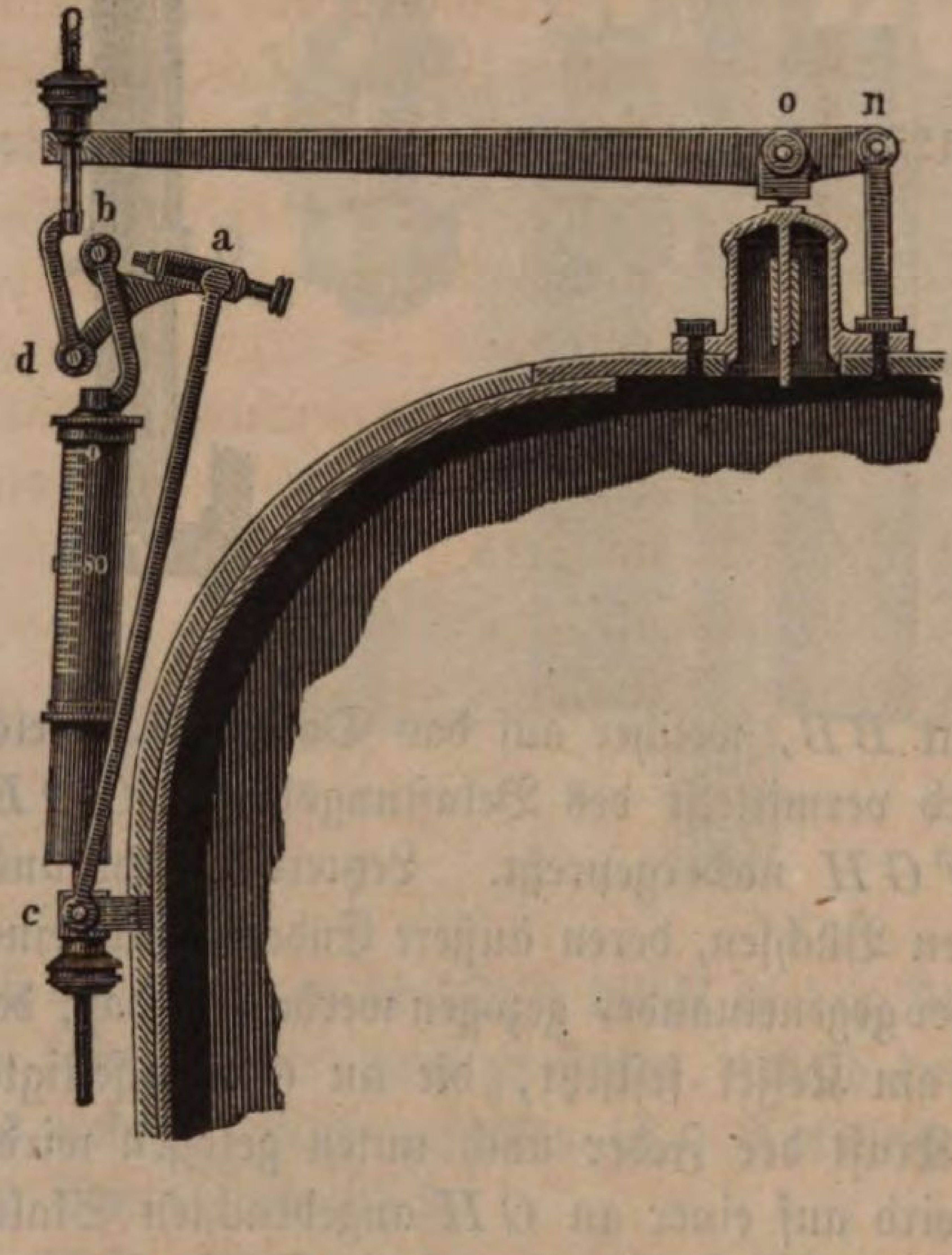
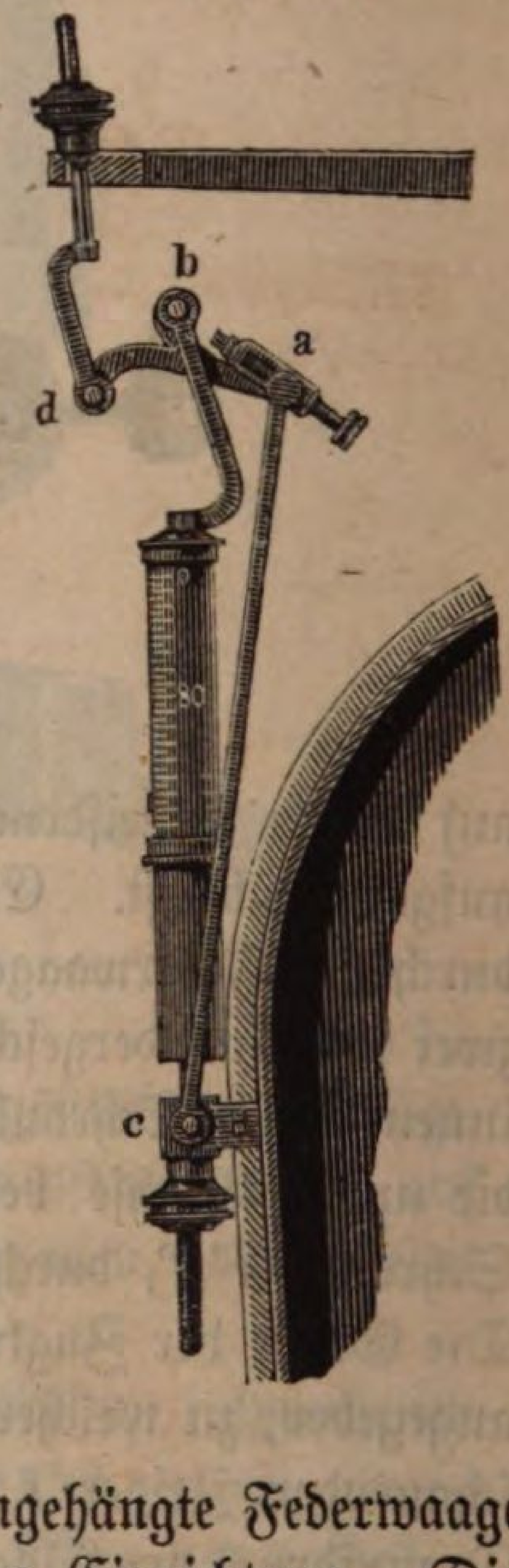


Fig. 129.



Der Hebel *bon* wird auch hier durch die angehängte Federwaage belastet. Diese letztere ist von der gewöhnlichen Einrichtung. Die Art der Verbindung der Federwaage mit dem Ventilhebel bewirkt

aber, daß der auf diese ausgeübte Zug in jeder Stellung des Hebels derselbe ist. Bei *c*, wo wie bei *b* die Regelung der Federwaage vorgenommen werden kann, ist die letztere ein wenig drehbar angehängt. Die Spannung der Waage wird durch den (gespaltenen) Winkelhebel *d b a* auf den Ventilhebel übertragen. Dieser Winkelhebel aber wird durch den Gegenlenker *ca* (dessen Angriffspunkt *a* ebenfalls regulirbar ist) beim Lüften des Ventils in einer Weise verschoben, daß auf den Punkt *o* immer ein und derselbe Druck kommt. Die Federwaage wirkt also hier ebenso wie ein Gewicht. Näheres über diese sinnreiche Vorrichtung findet man im Polyt. Centralbl. 1853. S. 776.

Man hat auch versucht, die Ventilbelastung mit Gewicht bei den Lokomotiven anzuwenden, indem man Vorrichtungen anbrachte, welche die Schwankungen des Gewichtes verhindern und unschädlich machen sollen. Die folgenden Figuren stellen die dahin zielende Kirchweger'sche Gewichtbelastung für Sicherheitsventile, welche sehr vielfach in Anwendung ist, dar.

Fig. 130.

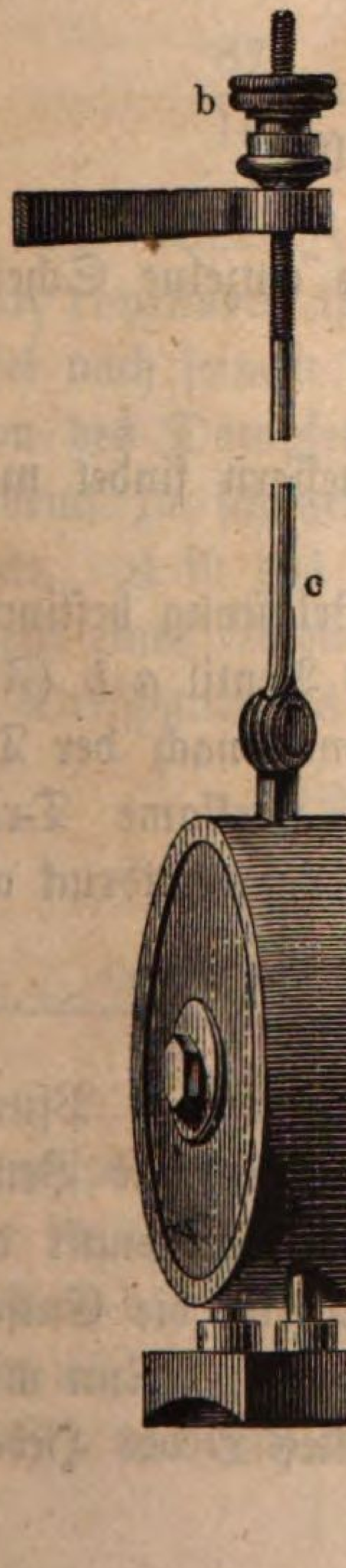
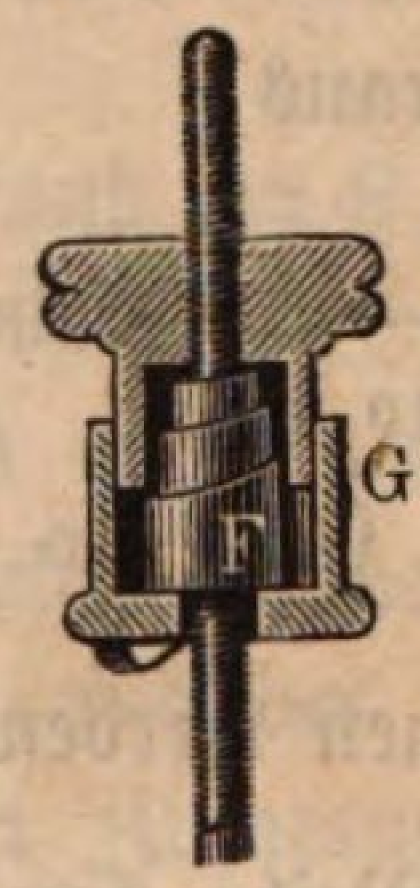


Fig. 131.



Der Ventilhebel trägt bei *b* die in Fig. 131 im Schnitt dargestellte Büchse. Dieselbe enthält eine starke, kleine Feder, welche die Stellmutter der Gewichtstange *c* stützt. Das mit Gelenk an *c* angehängte Gewicht *g* schiebt sich auf zwei Stiften; die dafür in dem Gewichte angebrachten Löcher sind mit Gummischeiben gepolstert, so daß die Stöße der Maschine das Gewicht sowohl als den Ventilhebel nicht unmittelbar treffen. Die Führungsstifte sind auf einer gemeinschaftlichen Brücke und diese auf dem Kesseldache befestigt.

102. Die Bestimmung des Belastungsgewichtes für das Ventil *A* in Fig 123 ist einfach. Der Durchmesser desselben sei

z. B. $3^1/_2$ Zoll, der Dampfdruck 4 Atmosphären oder 60 Pfund pr. □Zoll. Die Kreisfläche des Ventils ist $3^1/_2 . 3^1/_2 . 0{,}785 = 9{,}621$ □Zoll, und die Belastung muß daher sein $9{,}621 . 60 = 577{,}26$ Pfund, ein Druck, welchem das Gewicht des Ventils mit Stange und Belastungsscheiben gleich sein muß. Nun wäge man das Ventil nebst Stange, welches Gewicht hier 17,26 Pfund betragen möge, dann müssen die Scheiben noch $577{,}26 - 17{,}26 = 560$ Pfd. wiegen. Die Zahl und die Abmessungen der Belastungsscheiben findet sich dann wie folgt. Die Scheiben sollen 12″ Durchmesser haben; dies entspricht einer Kreisfläche von 113 □Zoll; der Kubikzoll Gußeisen wiegt $^3/_{10}$ Pfund; die Höhe sämmtlicher Scheiben zusammengenommen sei $= h$. Dann ist der kubische Inhalt der Scheiben $= 113 . h$ Kubikzoll, und deren Gewicht $= 113 . h . ^3/_{10}$ Pfund. Dieses Gewicht soll aber $= 560$ Pfund sein, weshalb man hat: $560 = 113 . h . ^3/_{10}$, woraus

$$h = \frac{560}{113 . ^3/_{10}} = \text{nahe } 17 \text{ Zoll.}$$

Sollen der Scheiben acht sein, so muß die einzelne Scheibe $\frac{17}{8} = 2^1/_8$ Zoll hoch genommen werden.

Die Kreisflächen für eine Reihe von Durchmessern findet man in dem Nachtrage F.

Bei den Ventilen mit Hebel- oder indirekter Belastung bestimmt man das Gewicht nach folgendem Beispiele. Das Ventil *a b* (Fig. 120) habe $1^3/_4$ Zoll Durchmesser (1,75″) und somit nach der Tabelle im Nachtrage F. 2,40 □Zoll Fläche; der wirksame Druck (Ueberdruck) sei 3 Atmosphären; daher wird der Gesammtdruck auf das Ventil sein:

$$2{,}40 . 45 = 108 \text{ Pfund.}$$

Man wägt nun das Ventil; sein Gewicht betrage 3 Pfund. Darauf bestimmt man den Druck, welchen der Hebel auf das Ventil ausübt; zu diesem Behufe sucht man zuerst den Schwerpunkt des Hebels, indem man ihn auf einer Schneide balancirt; die Entfernung des Schwerpunktes vom Stützpunkte *F* betrage 9″. Nun mißt man auch sorgfältig die Entfernung des Druckpunktes *D* des Hebels

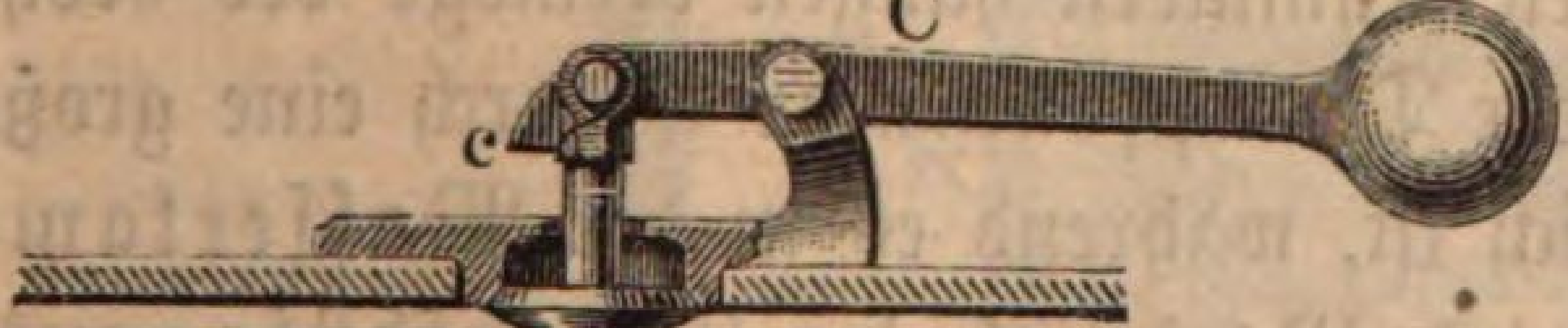
vom Stützpunkte *F*; dieser Abstand betrage 2″. Hierauf sucht man das Gewicht des Hebels, welches hier = 4 Pfund sein möge. Der vom Hebel am Druckpunkte *D* ausgeübte Druck findet sich dann $= 4 \cdot \frac{9}{2} = 18$ Pfund, was mit dem Ventilgewichte zusammen 21 Pfund ausmacht. Vermittelst des Belastungsgewichtes ist also noch ein Druck von 108 — 21 = 87 Pfund auszuüben.

Das Belastungsgewicht soll beim Punkte *E* aufgehängt werden. Man mißt nun noch endlich die Entfernung dieses Punktes vom Stützpunkte *F*. Dann findet man die Größe des Belastungsgewichtes, indem man den von demselben auszuübenden Druck durch das Verhältniß von *FE* zu *FD* dividirt. *FD* sei hier gleich 2″, *FE* = 20″; dann ist obiges Verhältniß = 10 : 1, und man hat als Betrag des Gewichtes:

$$\frac{87}{10} = 8{,}7 \text{ Pfund} = 8 \text{ Pfund } 22\tfrac{1}{2} \text{ Loth.}$$

103. Der Zweck des Luftventils (air-valve; soupape à air, reniflard) ist, wie schon früher angedeutet wurde, der, den Kessel nach seinem Erkalten und der dabei stattgefundenen Condensation des Dampfes vor der Zusammenpressung durch den äußeren Luftdruck zu schützen. Fig. 132 gibt davon einen vertikalen Durchschnitt. *A* ist das Ventil mit nach oben gehendem Stift, welcher mittelst eines Gelenkes bei *c* mit dem Hebel *C* verbunden ist. Der feste Drehpunkt des letzteren wird von einer an dem Ventilsitze angegossenen Stütze getragen. Durch ein kleines Gegengewicht am Ende des Hebels wird das Ventil geschlossen erhalten. Zudem wird dasselbe, so lange

Fig. 132.



Dampfspannung über dem äußeren Luftdruck im Kessel herrscht, von dieser stets zugedrückt. Nimmt aber die Spannung im Kessel durch Erkalten des Kessels und fortschreitende Condensation des Dampfes weiter ab, so gewinnt der äußere Atmosphärendruck endlich das Uebergewicht, wodurch das Ventil sich öffnet und dann so lange offen

bleibt, bis wieder Gleichgewicht zwischen den Spannungen innen und außen eingetreten ist, worauf das Gegengewicht das Ventil wieder schließt (vergl. Fig. 50 bei *m*). Man gibt gewöhnlich nur den Niederdruckkesseln und von diesen wiederum vorzüglich den flachwandigen Kesseln Luftventile. Cylindrische Kessel und besonders diejenigen für stark drückenden Dampf vermögen der äußeren Einwirkung des Luftdruckes ohne solche Ventile zu widerstehen. Wo die Luftventile fehlen, müssen die Manometer, wenn sie sogenannte offene sind, abgeschlossen werden können; denn sonst geht das Quecksilber aus denselben in Folge des äußeren Luftdruckes in die Dampfröhren oder in den Kessel verloren.

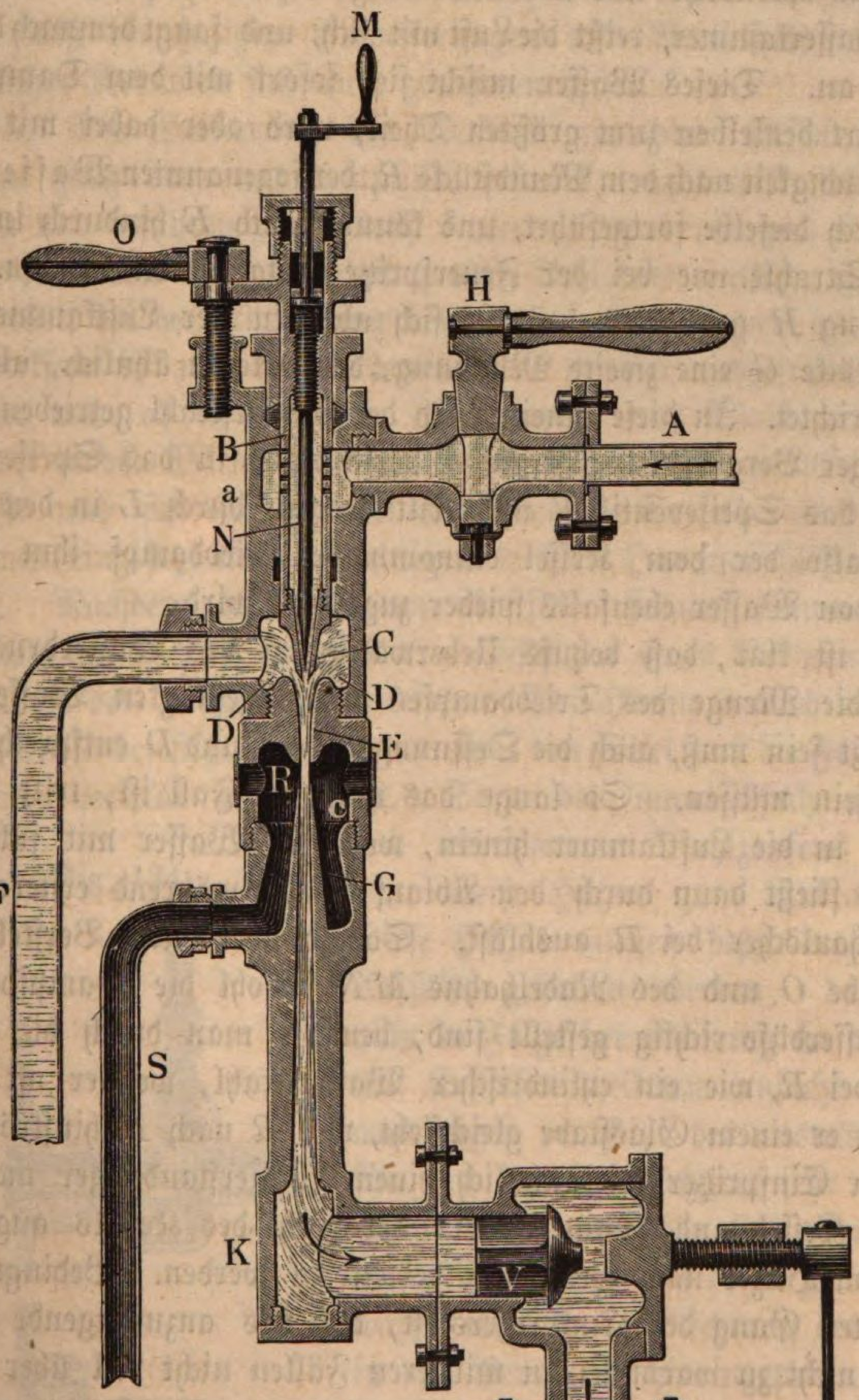
Das Luftventil braucht nicht sehr groß zu sein; ein Durchmesser von 2″ reicht für den größten Kessel aus. Seine Weglassung hat schon in vielen Fällen ein Plattdrücken des Kessels zur Folge gehabt.

104. In den letzten Jahren ist unter die Kesselausrüstung an vielen Stellen ein neuer Apparat getreten, welcher die Speisung auch des Hochdruckkessels mit Leichtigkeit ausführt; es ist dies der Einspritzer oder die Dampfstrahlpumpe (injector; injecteur automoteur) von Giffard. Die Figur 133 stellt denselben in einem Durchschnitte dar.

Dieser sinnreiche und vielfach nützliche Apparat hat folgende Zusammensetzung und Wirkung. In dem Hauptkörper befinden sich zunächst zwei ringförmige Räume übereinander, von denen der obere *a* durch den Hahn *H* mit dem Dampfrohre *A* in und außer Verbindung gesetzt werden kann, während der untere *b* durch den Kanal *C* und das Rohr *F* mit einem Gefäße, welches Speisewasser enthält, communicirt. Die beiden ringförmigen Kammern hängen vermöge des Rohres *N* zusammen, welches in der Dampfkammer *a* durch eine große Menge enger Löcher zugänglich ist, während es in der Wasserkammer *b* in ein konisch zugespitztes Mundstück, die Dampfdüse, ausläuft, welches durch den von oben herabreichenden Nadelhahn *N*, den sogenannten Stopfer, verengt werden kann. Die Wasserkammer öffnet sich nach unten ebenfalls mit einer konischen Mündung *E*, welche in eine dritte ringförmige Kammer in dem Fortsatze *D G*, die Luftkammer *c*, mit einer engen cylindrischen Mündungsspitze *R* ausläuft.

Läßt man in den so weit vollendet gedachten Apparat Dampf

Fig. 133.



$\frac{1}{7}$

durch *A* eintreten, so strömt derselbe alsbald aus der Dampfkammer durch das Kernrohr und die Mündung *C* in die noch mit Luft gefüllte Wasserkammer, reißt die Luft mit sich, und saugt demnach durch *F* Wasser an. Dieses Wasser mischt sich sofort mit dem Dampfe und condensirt denselben zum größten Theil, wird aber dabei mit großer Geschwindigkeit nach dem Mundstücke *R*, der sogenannten Wasserdüse, und durch dieselbe fortgeführt, und könnte durch *E* hindurch in einem freien Strahle wie bei der Feuerspritze fortgetrieben werden. Der Mündung *R* gegenüber befindet sich aber in der Luftkammer *c* an dem Stücke *G* eine zweite Mündung, der ersteren ähnlich, aber entgegengerichtet. In diese hinein wird der Wasserstrahl getrieben; unter allmäliger Vergrößerung seines Querschnittes in das Speiserohr *K* hebt er das Speiseventil *V* und tritt sodann durch *L* in den Kessel, wobei also der dem Kessel entnommene Triebdampf ihm in der Form von Wasser ebenfalls wieder zugeführt wird.

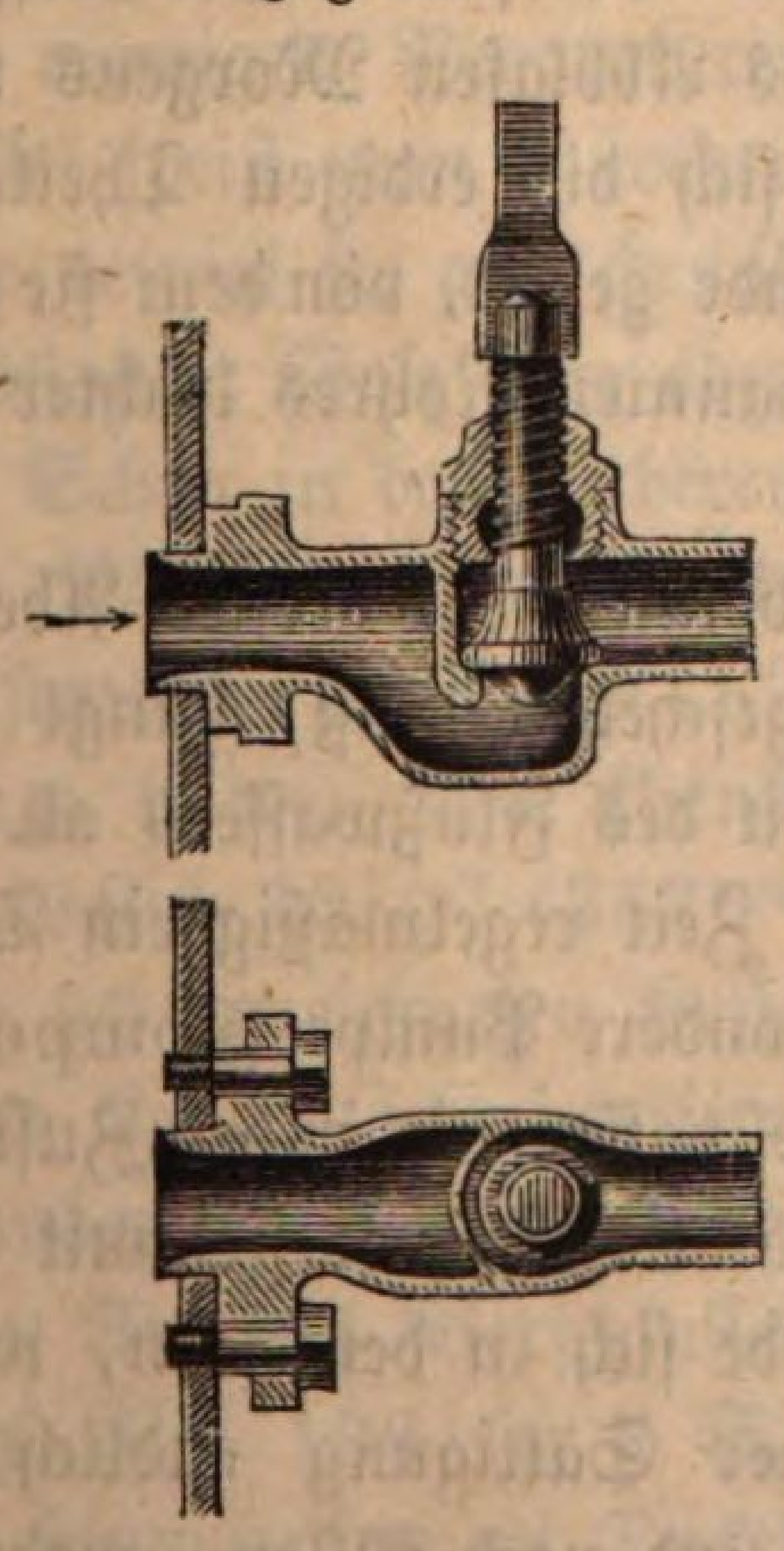
Es ist klar, daß behufs Ueberwältigung des Wasserdruckes im Kessel die Menge des Triebdampfes der angesaugten Wassermenge angepaßt sein muß, auch die Oeffnungen bei *C* und *D* entsprechend gewählt sein müssen. So lange das nicht der Fall ist, tritt Dampf von *E* in die Luftkammer hinein, wobei er Wasser mit sich reißt; letzteres fließt dann durch den Ablauf *S* ab, während ersterer durch die Schaulöcher bei *R* ausbläst. Sobald aber durch Verstellen der Schraube *O* und des Nadelhahns *MN* sowohl die Dampfdüse als die Wasserdüse richtig gestellt sind, bemerkt man durch die Schaulöcher bei *R*, wie ein cylindrischer Wasserstrahl, welcher oft so klar ist, daß er einem Glasstabe gleichsieht, von *R* nach *K* hinströmt.

Der Einspritzer wird ähnlich einem Wasserstandzeiger manchmal an die Kesselwand, immerhin in der Nähe des Kessels angebracht, um vom Heizer nach Bedürfniß bedient zu werden. Bedingung für den guten Gang des Einspritzers ist, daß das anzusaugende Speisewasser nicht zu warm sei, in mittleren Fällen nicht viel über 30° C. habe; die Temperatur von 45° C. wird von den Fabrikanten als noch zulässig angegeben. Außerordentlich verbreitet sind die Einspritzer schon auf den Lokomotiven; sehr empfehlenswerth sind sie für Dampfbetriebe, welche keine Dampfmaschine anderweitig gebrauchen; z. B. Papierfabriken, Seifensiedereien &c. Unser oben gezeichneter

Apparat genügt vollkommen für die Speisung einer 30pferdigen Maschine. Er zeigt noch die Complicirtheit der ersten Ausführungen. Verständniß der jetzigen Verbesserungen und Vereinfachungen sehr wesentlicher Art wird sich leicht gewinnen lassen.

105. Die Entleerung des Wassers aus dem Kessel geschieht entweder ganz oder nur theilweise; ersteres, um den Kessel gehörig reinigen und befahren zu können, letzteres, um denjenigen Theil des Wassers, der den meisten Schmutz oder Schlamm enthält, zu entfernen. Weil bei der Entleerung der letzteren Art immer der Dampf noch wirksam ist und heißes dampfendes Wasser ausgetrieben wird, so nennt man es abblasen. Ein Zapfen aus Stahl, über dem Feuerrost in der Mitte der ersten Platte angebracht, gestattet auf die einfachste und sicherste Art die Entleerung. Derselbe wird konisch von innen eingesetzt und mit einigen leichten Hammerschlägen eingetrieben. Nachdem die mittleren Roststäbe herausgenommen sind, kann man ihn mittelst drei bis vier Schlägen eines Vorhammers in das Innere des Kessels hineintreiben. Der Hammer wird an einem langen Stiele befestigt, womit man ihn, den Stiel auf die Feuerplatte auflegend, vertikal aufschwingt. Statt des mannichfach unsichern und unbequemen Stahlzapfens wendet man meist Hähne zum Abblasen an. Diese Hähne müssen besonders gut in Aufsicht gehalten werden, damit sie nicht in Folge der Reibung an den harten Kesselsteintheilchen undicht werden, was wegen der Hitze des austräufelnden Wassers für den Schürer sehr unangenehm ist. Anwendbar sind ferner Abblase-Ventile nach Fig 134. Das Kesselwasser wird in der Richtung des Pfeiles in das Ventilstück hineingepreßt. Einige Umdrehungen des auf die Ventilschraube aufgesetzten Schlüssels öffnen das Ventil.

Fig. 134.

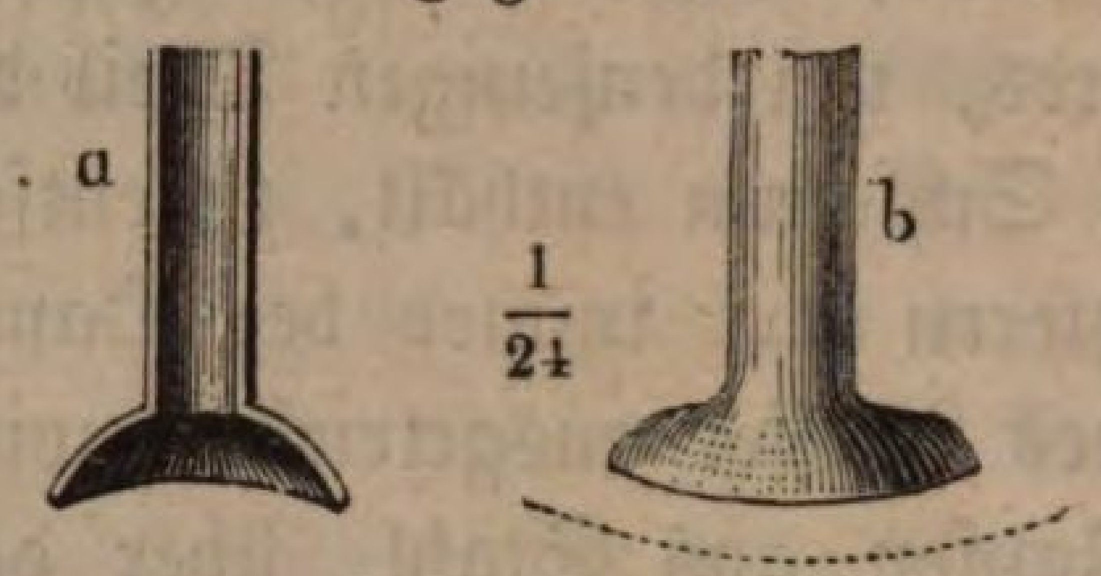


An die Hähne oder Ventile müssen Röhren, Schläuche, Rinnen angeschlossen

werden können, die das Wasser an entsprechende Abführstellen leiten.

Um bei cylindrischen Kesseln, die behufs der Entleerung nur den oben erwähnten Zapfen hatten, doch auch den Vortheil des Abblasens des am Boden stehenden schlammigen Wassers zu haben, fanden wir die in Fig. 135 gezeichnete Einrichtung recht gut.

Fig. 135.



a Längendurchschnitt, *b* Profil eines kupfernen, trichterförmigen Rohres, das auf das gußeiserne Speiserohr geschoben, mit in Kitt getauchten Hanfschnüren umwickelt wurde, die ein ringförmiges Band mit Charnier befestigte. Weil das Rohr sich unten sehr erweitert, so kann es bis auf 1 bis $^3/_4$ Zoll vom Boden reichen, ohne Gefahr zu laufen, durch den Schlamm verstopft zu werden, welchen ohnehin die Strömung des Speisewassers von dort wegspült, so lange die Speisepumpe thätig ist. Von dem Deckel *F* des in Fig. 97 dargestellten Speiseventils war nun noch bei *C* ein Rohr mit Hahn abgeleitet. Dieser Hahn wurde Morgens vor dem Anheizen, wenn noch 10 bis 15 Pfund Dampfdruck im Kessel waren, geöffnet; dabei wurde dann ein trübes, schlammiges Wasser ausgetrieben. Bei stationären Kesseln, die über Nacht kalt werden, muß man das Abblasen Morgens vornehmen; denn während der Nacht haben sich die erdigen Theile zu Boden und meistens an das hintere Kesselende gesetzt, von dem sie nun vermöge der besonderen Form des oben genannten Rohres leichter als auf jede andere Art entfernt werden.

Auf den Flußschiffen geschieht das Abblasen der Kessel Abends nach vollbrachter Fahrt. Ob es täglich geschehen muß, hängt von der Gestalt der Kessel und von der Klarheit des Flußwassers ab.

Auf den Seeschiffen wird von Zeit zu Zeit regelmäßig ein Theil des Wassers abgeblasen oder durch eine besondere Pumpe (pompe de désaturation) ausgepumpt, damit das Kesselwasser nie in den Zustand der Sättigung mit Salzen komme. Weil nämlich jene Kessel mit dem salzigen Seewasser gespeist werden, so würde sich in denselben, wenn man nicht Vorsorge träfe, nach geschehener Sättigung endlich der Salzgehalt ablagern und den Kessel nach und nach füllen, wodurch

derselbe zu Grunde gehen müßte. Indem man aber das an den tiefsten Stellen der Kessel befindliche Wasser ausbläst, entfernt man nicht nur den Bodensatz, sondern verhindert auch jene Sättigung.

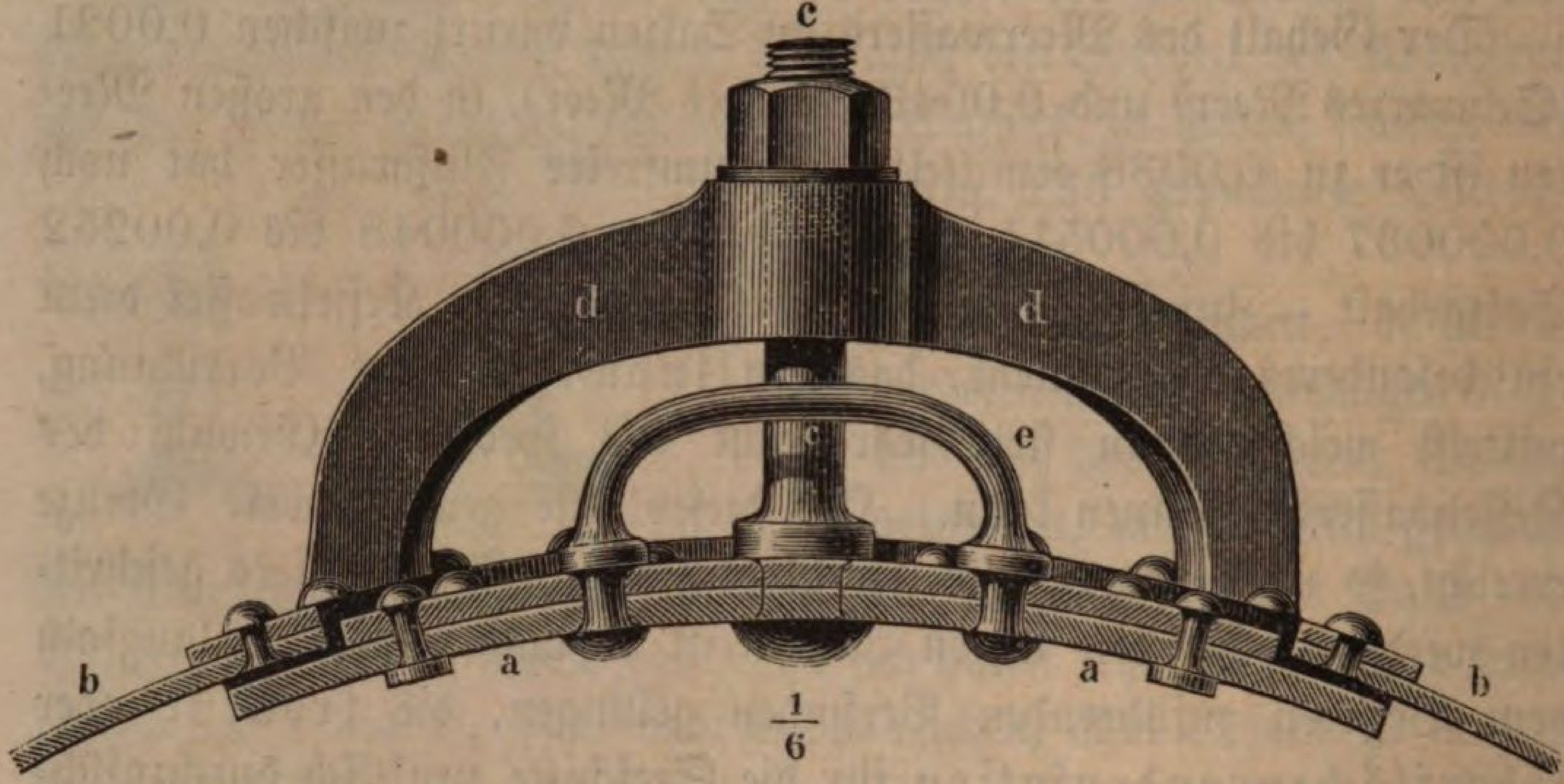
Der Gehalt des Meerwassers an Salzen variirt zwischen 0,0021 (Schwarzes Meer) und 0,0043 (Rothes Meer), in den großen Meeren ist er zu 0,0038 ermittelt, schlammfreies Flußwasser hat noch 0,000037 bis 0,000511, Brunnenwasser 0,000048 bis 0,00252 Salzgehalt. Zur Messung des Salzgehaltes im Kesselwasser dient ein besonderes Instrument, das Salinometer, eine Vorrichtung, mittelst welcher man stets sehr leicht das specifische Gewicht des Kesselwassers erkennen kann. Hat dieses eine gewisse obere Grenze erreicht, so muß zum theilweisen Abblasen des Kesselwassers geschritten werden. In den letzten Jahren ist es nach zahllosen, langsam dem Besseren zuführenden Versuchen gelungen, die trockene oder Oberflächencondensation für die Seeschiffe praktisch durchzuführen. Bei dieser wird der Kessel mit süßem Wasser gespeist, und fällt das Abblasen wegen Salzüberschusses weg. Näheres s. in 208.

106. Jeder größere Dampfkessel muß befahren werden können, d. h. der Wärter oder dessen Handlanger müssen hineingelangen und sich darin bewegen können. Die Anfertigung des Kessels selbst, die Befestigung der Apparate auf demselben, sowie die Reinigung und die etwaigen Reparaturen machen solches nothwendig. Kleinere Kessel speist man entweder vorsichtiger, mit reinem, weichem Wasser, oder reinigt sie auf chemischem Wege, nämlich durch Eingießen von verdünnter Salzsäure oder anderen Lösungsmitteln.

Schon in den früheren Darstellungen der verschiedenen Kessel ist das Mannloch (man-hole; trou d'homme) gezeichnet, welches meistens ein Oval von 13″ (340mm) Breite und 16 bis 18″ (462mm) Länge bildet. Die kleinsten, zulässigen Dimensionen eines Mannloches sind $13^1/_2$″ (353mm) und $10^1/_2$″ (275mm). An den in Fig. 19 und 50 gezeichneten Kesseln geschieht der Schluß desselben mittelst einer flachen schmiedeisernen Platte, die mit vielen Bolzen auf den besonders aufgesetzten Hut befestigt ist. Die andere, mehr gebräuchliche Art des Verschlusses, wo kein besonderer Hut vorhanden ist, zeigt Fig. 136 (a. f. S.). Dieselbe stellt einen Mannlochschluß mit schmiedeisernem Deckel dar. Früher wurden die letzteren meist

aus Gußeisen gefertigt; neuere Verordnungen einzelner deutschen Staaten schrieben aber die alleinige Anwendung von Schmiedeisen

Fig. 136.



zu den Kesselwandungen vor, weshalb vorstehende Construktion entstanden ist. *a* ist eine kräftige schmiedeiserne Platte, die der Kesselwölbung *b b* gemäß gebogen ist und sich auf die inneren Ränder des Mannloches auflegt. Zwischen beide wird behufs des dampfdichten Schlusses ein Mennigkranz, eine trockene gute Hanfflechte oder ein Gummiring von circa 24mm Durchmesser eingelegt. Der Rand des Mannloches ist durch einen aufgenieteten Ring, der Deckel durch eine zweite aufgenietete Platte verstärkt. Zwei Schrauben *c*, ebenfalls mit dem Deckel vernietet, gehen durch zwei Bügel *d*, deren Füße sich auf den Rand des Mannloches stellen. Mittelst dieser Schrauben wird der Deckel fest gegen den inneren Rand der Kesselwandung gezogen. Der Deckel wird mittelst des Griffes *e* gehandhabt. Die Breite des Deckels ist so zu wählen, daß der Deckel bei gehöriger Auflage für den Kranz bequem durch das Loch hindurch eingesetzt werden kann.

Um den gut dichtenden aber theuren Kranz aus vulkanisirtem Gummi lange dienstbar zu erhalten, verfährt man folgendermaßen. Seine abgeflächten Stoße werden behufs Ringschlusses übereinander gelegt, mit dünnem Bindfaden durchnäht und umwickelt. Der Kranz wird auf die reine Eisenfläche des Deckelrandes gelegt, auf ihn eine Lage Schreibpapier; oder man bereibt die entsprechende Stelle der

Kessellochwand gut mit Wasserblei. Papier und Wasserblei verhindern eins wie das andere das Ankleben des Gummi an der Kesselwand; wohl aber klebt er und bleibt fest an der Wand des Deckels, zu nachfolgender Dichtmachung vollständig dienend.

Lokomotiv- und Schiffskessel bedürfen noch der Schlammlöcher (mud-holes; orifices de nettoyage). Diese werden am Boden des Kessels und an solchen Stellen angebracht, an welchen sich die Niederschläge am stärksten absetzen und von wo diese am besten zu entfernen sind. Man schließt die kleinen Schlammlöcher von circa $2^1/_2''$ Durchmesser mittelst eines hineingeschraubten Pfropfes, die größeren hingegen mit einem Schluß wie beim Mannloch.

107. Einer der wichtigsten Theile, die zu einem Kessel gehören, ist der Dampfmesser oder das Manometer (mercurial-gauge, manometer; manomètre). Der Zweck desselben ist, die im Kessel herrschende Spannung des Dampfes jederzeit anzuzeigen. Weil einzelne Construktionsarten dieses Instrumentes auf dem Principe des Barometers beruhen, auch Aehnlichkeit mit einem solchen haben, so werden sie, jedoch unrichtig, auch Barometer genannt. Die Einrichtung eines Barometers ist bekanntlich die folgende: In dem oberen Theile der Glasröhre desselben ist ein luftleerer Raum, das Quecksilber ist ausgekocht, enthält also ebenfalls keine Luft. Auf das Quecksilber im kürzeren Schenkel wirkt die Luft, und der von ihr ausgeübte Druck ist im Stande, das Quecksilber in der Glasröhre im Durchschnitt 28 Pariser Zoll (760^{mm}) hoch zu halten. Nimmt der Druck der Luft zu, z. B. bei trockenem, heiterem Wetter, so muß das Quecksilber demselben nachgeben und noch höher in den luftleeren Raum steigen. Steigerte man den Luftdruck auf das Doppelte und hätte die Glasröhre die zureichende Länge, so würde auch das Quecksilberniveau doppelt so hoch, also bei $56''$ stehen.

Während im Barometer der Luftdruck die Quecksilbersäule hält und je nach seiner Stärke eine verschiedene Höhe der letzteren bedingt, wirkt in dem Manometer als ausdehnsame gasförmige Flüssigkeit der Dampf.

108. Die Figuren 137, 138 und 139 (a. f. S). stellen ein Niederdruckmanometer dar. *BCDE* heberförmig gebogenes schmiedeisernes Rohr, dessen Schenkel etwa $38''$ (1000^{mm}) lang sind. Dasselbe steht

bei *B* mit dem Dampfraume des Kessels *A* in unmittelbarer Verbindung und ist mit den beiden Ohren *a a* dampfdicht gegen die

Fig. 137.

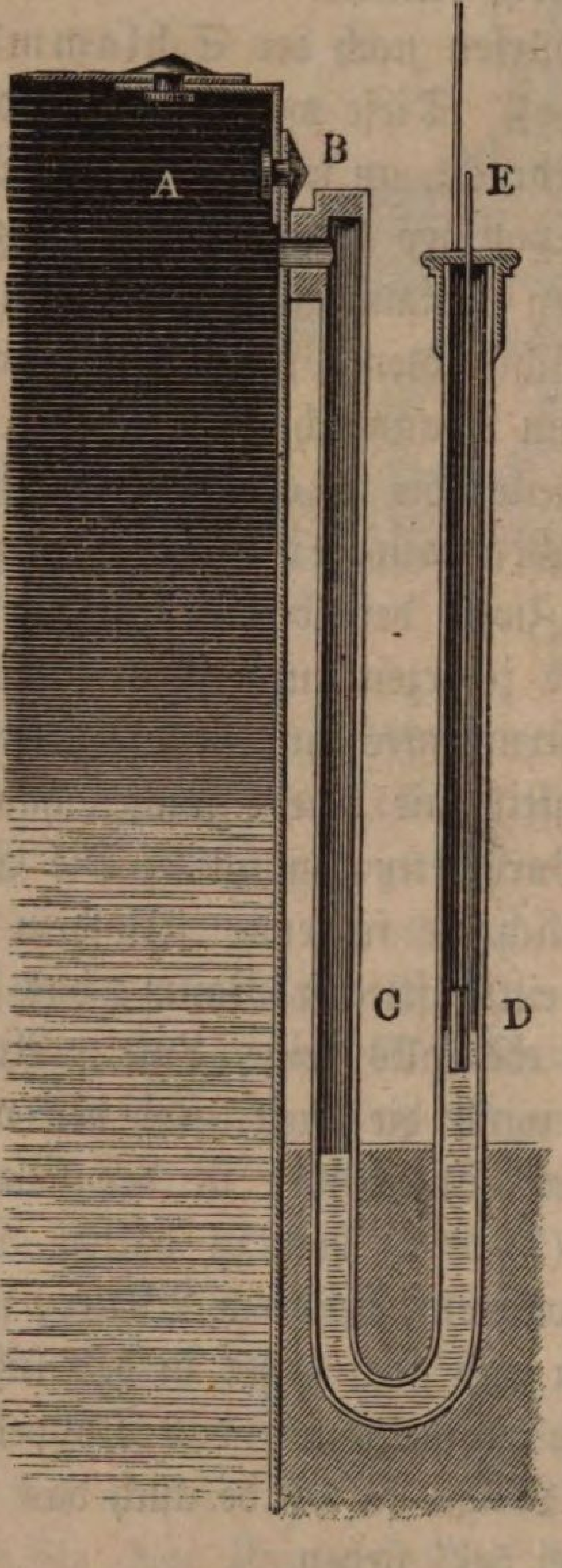


Fig. 138.

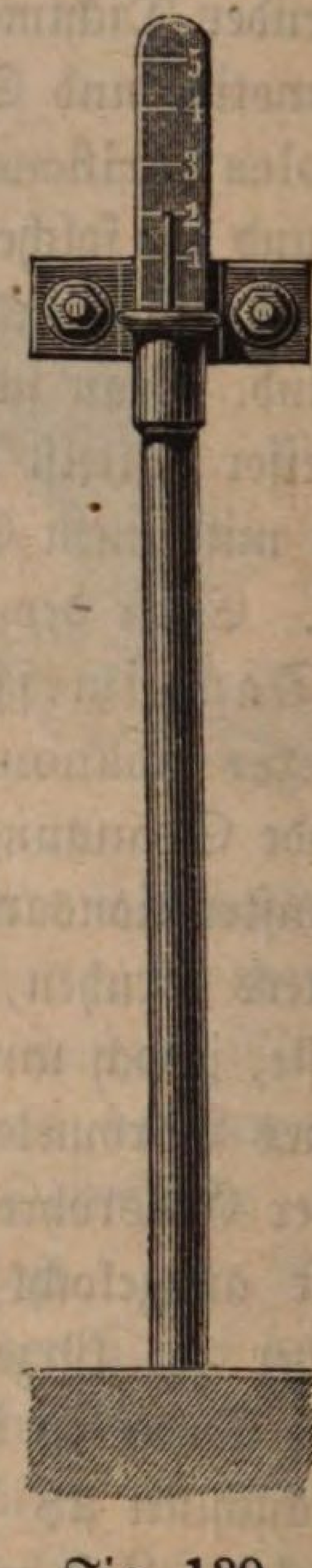
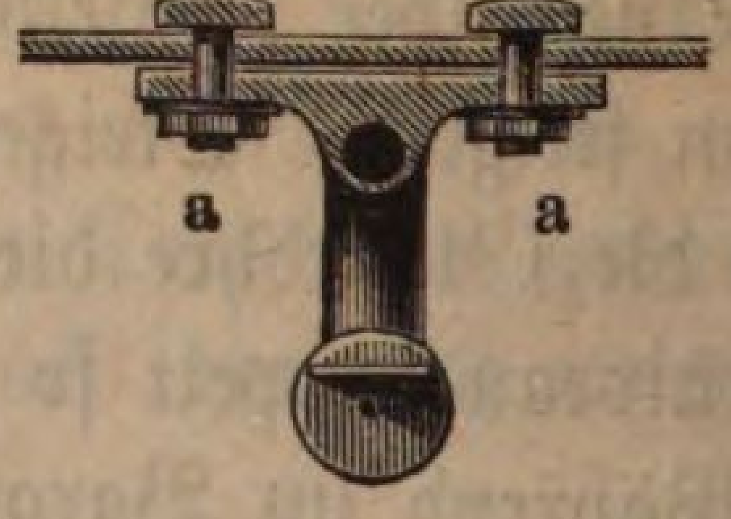


Fig. 139.



Kesselwand geschraubt; es ist zum Theil mit Quecksilber gefüllt. In dem Schenkel *D E* schwimmt auf dem Quecksilber ein Eisenstäbchen mit einem bei *E* aus dem Rohre tauchenden Drahte. Die Kapsel bei *E* läßt dem Drahte so viel Spielraum, daß er sich frei auf- und niederbewegen und daß außerdem die atmosphärische Luft unbehindert in das Rohr eindringen kann; vor der bei *E* angebrachten in Zolle

eingetheilten Platte gleitend, soll die Spitze des Drahtes den Stand des Quecksilberspiegels in *D* anzeigen. Für die Genauigkeit des Instrumentes ist es nöthig, daß das Rohr überall von gleicher Weite sei.

So lange noch keine Dampfspannung im Kessel vorhanden ist, steht das Quecksilber in beiden Rohrschenkeln gleich hoch. Wird aber Dampf im Kessel erzeugt, welcher Ueberdruck, d. h. eine größere Spannung als die Atmosphäre hat, so preßt dieser das Quecksilber in *B C* hinunter und demzufolge in *D E* hinauf, und zwar muß wegen des gleichen Kalibers des Rohres das Quecksilber bei *D* eben so hoch steigen, als es bei *C* sinkt. Demnach ist, wenn der Schwimmer, wie in der Figur, um 2 Zoll gestiegen ist, die Quecksilbersäule, welche dem Dampfdrucke das Gleichgewicht hält, doppelt so groß oder 4 Zoll hoch. Aus Nachtrag C. ersieht man, daß eine Quecksilbersäule von 30 Zoll englisch dem Drucke einer Atmosphäre entspricht, welcher sehr nahe 15 alte Pfund preuß. pr. Quadratzoll beträgt. Unsere Skala ist in englische Zoll getheilt. Es entspricht demnach jedem Zoll derselben ein Dampfdruck von $^1/_{15}$ Atmosphäre oder 1 Pfund, also dem hier gezeichneten Zustande des Manometers ein solcher von 2 Pfund pr. Quadratzoll, und correspondirt somit die Zahl der Zolle der Skala mit der Zahl der Pfunde des Dampfdruckes. Unser Manometer ist bis 5 eingetheilt; es kann also eine Dampfspannung bis zu 5 Pfund oder $^1/_3$ Atmosphäre Ueberdruck anzeigen.

In Deutschland befolgt man ziemlich allgemein den Gebrauch, bei Angabe einer Dampfspannung, wie oben beschrieben, nur den Ueberdruck oder die über die Spannkraft der atmosphärischen Luft hinausgehende Spannung anzugeben. Eigentlich hat also der Dampf im Kessel noch 1 Atmosphäre oder 15 Pfund pr. Quadratzoll mehr Spannung, als die Größe des Ueberdruckes anzeigt. Allein die letztere Angabe ist für das Erkennen der Dampfspannung genügend, da jene 1 Atmosphäre mit dem Drucke der äußeren Luft ins Gleichgewicht tritt. Bezeichnet *A* den Druck der Atmosphäre und *a* das Wort „Pfund“, so daß also $A = 15\,a$, so wird die Sache anschaulich aus folgender Zusammenstellung:

Außen	A
Innen	$A + 4\,a$

Da A innen und A außen einander aufheben, so sind sie für den Stand des Quecksilbers so gut wie nicht vorhanden, und die Veränderungen des Quecksilberstandes zeigen nur die $a\,a$ an.

Wenn das Wasser eben siedend heiß geworden ist, so herrscht im Inneren und im Aeußeren eine Spannung A; die Quecksilberniveaus im Manometer stehen dann beide in einer horizontalen Ebene; nimmt aber die Temperatur zu, so wächst die Dampfspannung, und mit dem steigenden Quecksilber zeigt der Schwimmer die Stärke derselben an. Bei einem Ueberdruck von $^1/_3$ Atmosphäre beträgt die Temperatur des Dampfes 108^0 C.

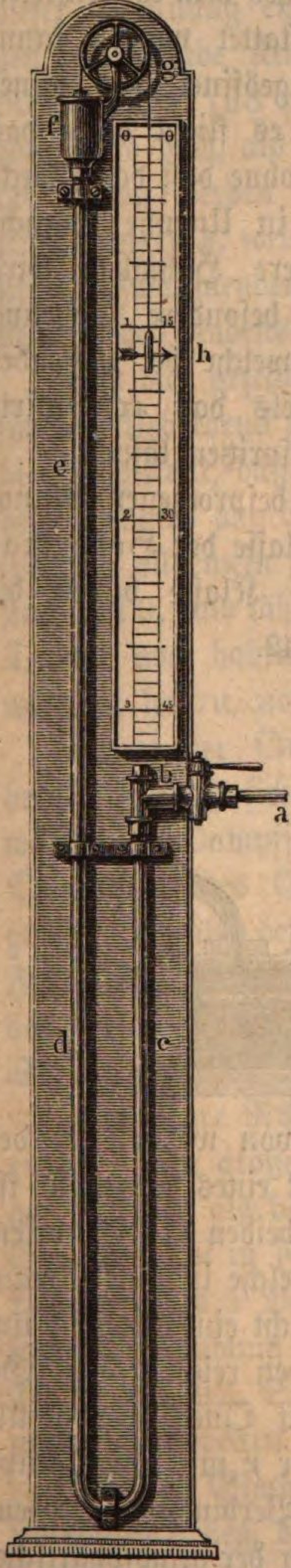
Wenn der ganze Kessel erkaltet, so nimmt der Ueberdruck langsam ab und wird endlich Null. Sowie sich aber der Dampf im Inneren noch mehr condensirt, wird der äußere Druck stärker als der innere, es besteht dann z. B. bei 81^0 Temperatur folgendes Verhältniß:

Außen	A
Innen	$\frac{A}{2}$ (oder $7^1/_2\ a$)

es ist also der äußere Luftdruck doppelt so stark als die Spannung im Inneren. Dabei würde das Quecksilber des Manometers aus dem geraden Schenkel in B getrieben werden, und ohne Gegenvorkehrungen in das Dampfrohr oder in den Kessel fließen. Solches aber verhütet das Luftventil (103).

In Vorsorge für den Fall, daß das Luftventil sich erst öffnen sollte, wenn die Spannung im Kessel bereits kleiner als A geworden sein sollte, sind die Schenkel des obigen Manometers so lang gemacht, daß der Luftdruck des Quecksilbers nicht in den Kessel zu treiben im Stande ist.

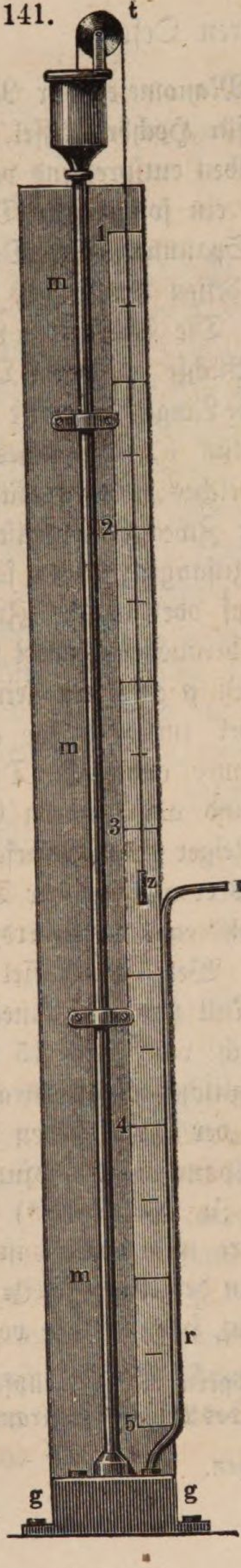
Fig. 140.



109. Aus dem Manometer für Niederdruckkessel entsteht das für Hochdruckkessel, wenn man die Schenkel desselben entsprechend verlängert. Fig. 140 zeigt ein solches für Dampf von 3 Atmosphären Spannung. *a* Dampfrohr, *b* Hahnstück, in dessen Büchse das Rohr *cde* eingeschraubt ist. Die Schenkel *c* und *d* sind bis zur Höhe der Büchse von *b* mit Quecksilber gefüllt, ihre gerade Länge beträgt je 54″; ebenso lang ist das Stück *e*, in welches das Quecksilber steigt und welches oben ein Kästchen *f* aus Eisen trägt. Der Zweck dieses Kästchens ist, das Quecksilber aufzufangen, wenn solches durch zu starken Dampf oder andere Zufälle am oberen Ende von *e* herausgeschleudert wird. Ueber das Schnurrädchen *g* geht ein leinener oder seidener Faden, der im Rohre *e* einen schmiedeisernen Schwimmer von $^1/_4$″ Durchmesser und 3″ Länge, und am anderen Ende über der Tafel *h* einen Zeiger trägt. Dieser ist sowohl Gegengewicht, als er auch an der Tafel die Pfunde (und Atmosphären) der Ueberdruckdampfspannung anzeigt. Wenn der Kessel kalt ist, steht der Pfeil bei Null und das Quecksilber in *c* und *d* gleich hoch; von 0 bis 45 oder von 0 bis 3 sind 45 englische Zoll aufgetragen, die an der rechten Seite der Tafel stehen und das Ablesen der Dampfspannung in Pfunden pr. □ Zoll gestatten. Je 15 Pfund*) entsprechen einer Atmosphäre und danach ist die Zahl der Atmosphären an der linken Seite der Tafel markirt. Es ist gut, in der Nähe von *b*

*) In Preußen jetzt abgerundet 14 Zollpfund, daher auch die Eintheilung des Atmosphärenraumes $= \frac{760^{mm}}{2}$ in 14 Theilungen.

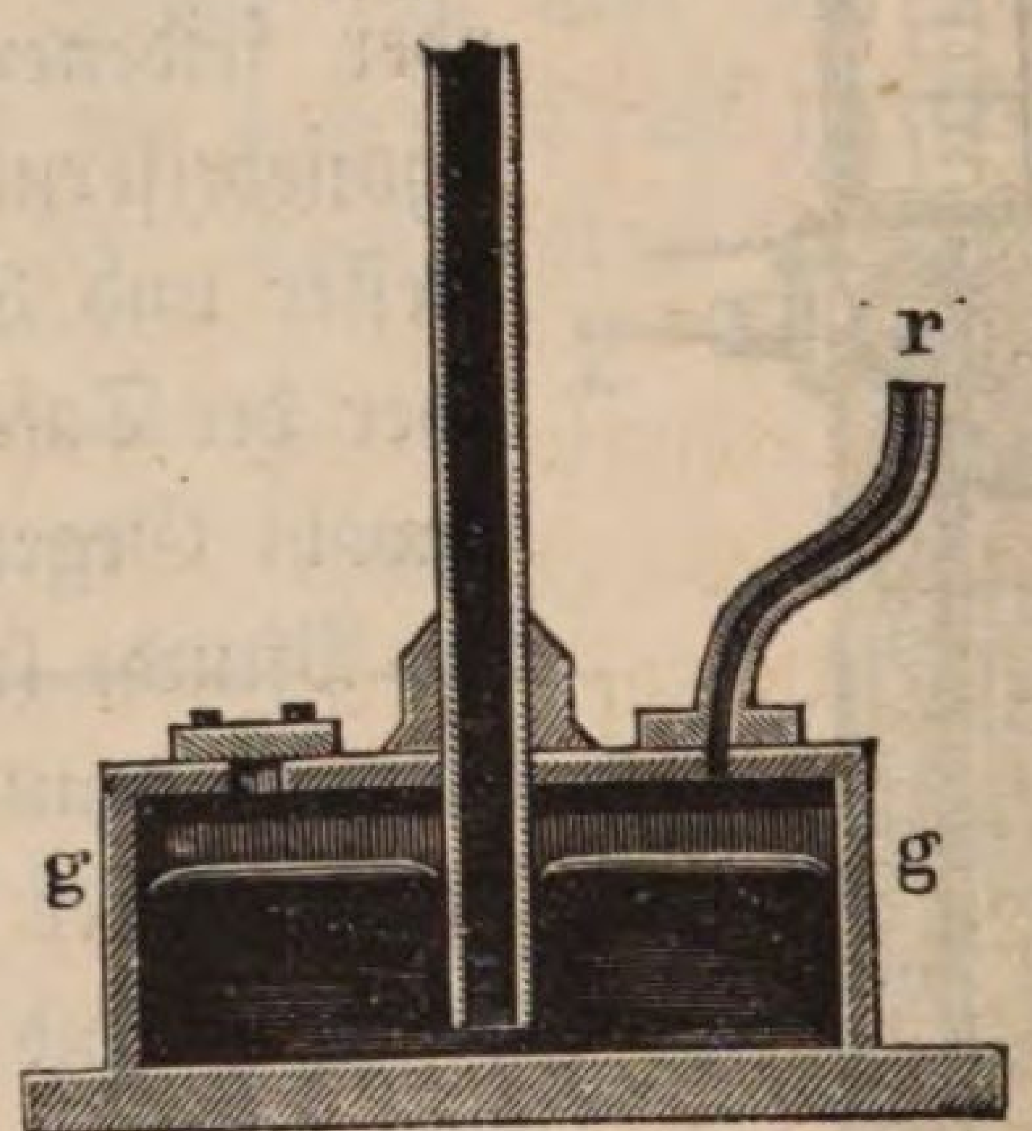
Fig. 141.



an *a* ein nach außen mündendes Hähnchen anzubringen, durch welches dem condensirten Wasser ein Ablauf gestattet werden kann. Bevor der Dampfhahn geöffnet wird, öffnet man dieses Hähnchen; es fließt dann das condensirte Wasser ab, ohne daß das Quecksilber im Manometer in Unruhe gebracht wird. Dieses besondere Hähnchen wird neuerdings durch eine besondere Bohrung des Hahnes *b* ersetzt, welche bei passender Stellung des Schlüssels das condensirte Wasser nach unten ausspritzen läßt.

110. Die bis jetzt besprochenen Manometer gehören zu der Klasse der **Hebermanometer**; eine zweite Klasse bilden die

Fig. 142.



Gefäßmanometer, von welchen in den Figuren 141 und 142 eines dargestellt ist.

mm ist eine an beiden Enden offene schmiedeiserne Röhre, welche in die Deckwand des Gefäßes *g* dampfdicht eingekittet ist und bis nahe zu dessen Boden reicht. Das Gefäß *g* ist fast ganz mit Quecksilber gefüllt und steht durch das Rohr *r* mit dem Dampfraum des Kessels in Verbindung. Wenn im Kessel die Spannung der atmosphärischen

Luft herrscht, so steht, weil *m* oben offen ist, das Quecksilber in *g* und *m* gleich hoch; entsteht aber Ueberdruckspannung im Kessel, so muß, dieser Spannung entsprechend, das Quecksilber in *m* in die Höhe steigen. Für jede Atmosphäre erhebt es sich dabei um eine Höhe von 30 englischen (28 pariser, 29 preußischen) Zollen = 760^{mm}, also doppelt so hoch, als bei dem in 109 beschriebenen Manometer. Wie bei diesem werden die Veränderungen des Quecksilberstandes durch einen Zeiger *z*, welcher durch einen Faden mit einem auf dem Quecksilber schwimmenden Stäbchen in Verbindung steht, angezeigt. Zur Leitung des Fadens dient das Leiträdchen *t*.

Das hier gezeichnete Manometer ist für das Messen von 4 Atmosphären Ueberdruck bestimmt. Die Zahlen an der Skala sind indessen hier so gestellt, daß sie den wirklichen und nicht den Ueberdruck des Dampfes angeben. (In Frankreich ist diese Art der Manometertheilung allgemein gebräuchlich.) Demnach beginnt die Skala mit 1 statt mit 0, und zählt also jene eine Atmosphärenspannung, welche der Dampf noch haben muß, um dem äußeren Luftdrucke das Gleichgewicht zu halten, noch mit.

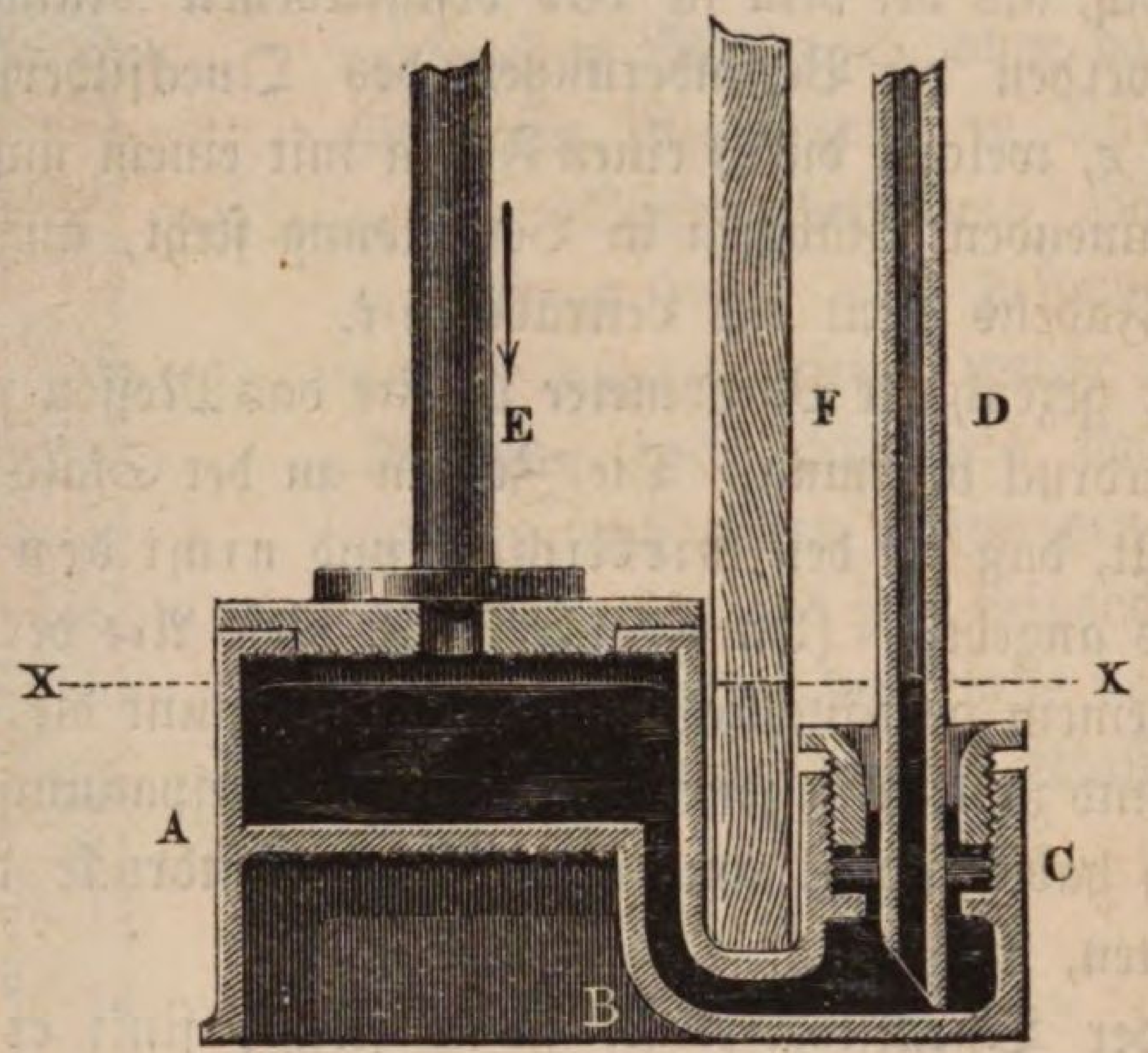
Sowie der Quecksilberspiegel in *m* steigt, sinkt er in *g* etwas herab, so daß sich also eigentlich der Anfangspunkt der Skala mit wachsender Dampfspannung verlegt. Wenn indessen der horizontale Querschnitt des Gefäßes viele Male, z. B. mindestens 100 mal größer ist, als der lichte Querschnitt der Röhre *m*, so fällt jener Fehler so klein aus, daß man ihn vernachlässigen kann. Ist aber das Gefäß kleiner, so ist er wohl zu berücksichtigen und danach die Skala einzutheilen.

Gläserne Röhren statt der eisernen anzuwenden, ist wegen der erforderlichen großen Länge derselben bei Hochdruckmanometern weniger thunlich, als bei solchen für Niederdruck. Aus der Glasfabrik von Choisy-le-Roi in Frankreich bekommt man indessen sehr schöne Glasröhren von 4,5 Meter (14 Fuß) Länge, die in Frankreich eine vielfache Verwendung zu Manometern finden. S. Dingler's Journal 1844, Bd. 92. S. 390. Man hilft sich hier durch Kuppeln zweier genau gleichweiten Röhren.

Bei den Glasrohrmanometern fällt die Schwimmer- und Zeigervorrichtung weg, da man den Stand des Quecksilbers im Rohre un-

mittelbar beobachten kann. Eine sehr zweckmäßige Verbesserung haben dieselben in der neueren Zeit dadurch erfahren, daß man das Fußstück so konstruirt, wie es Fig. 143 angibt. Das Wesen dieser Verbesserung besteht darin, daß der Nullpunkt der Skala

Fig. 143.

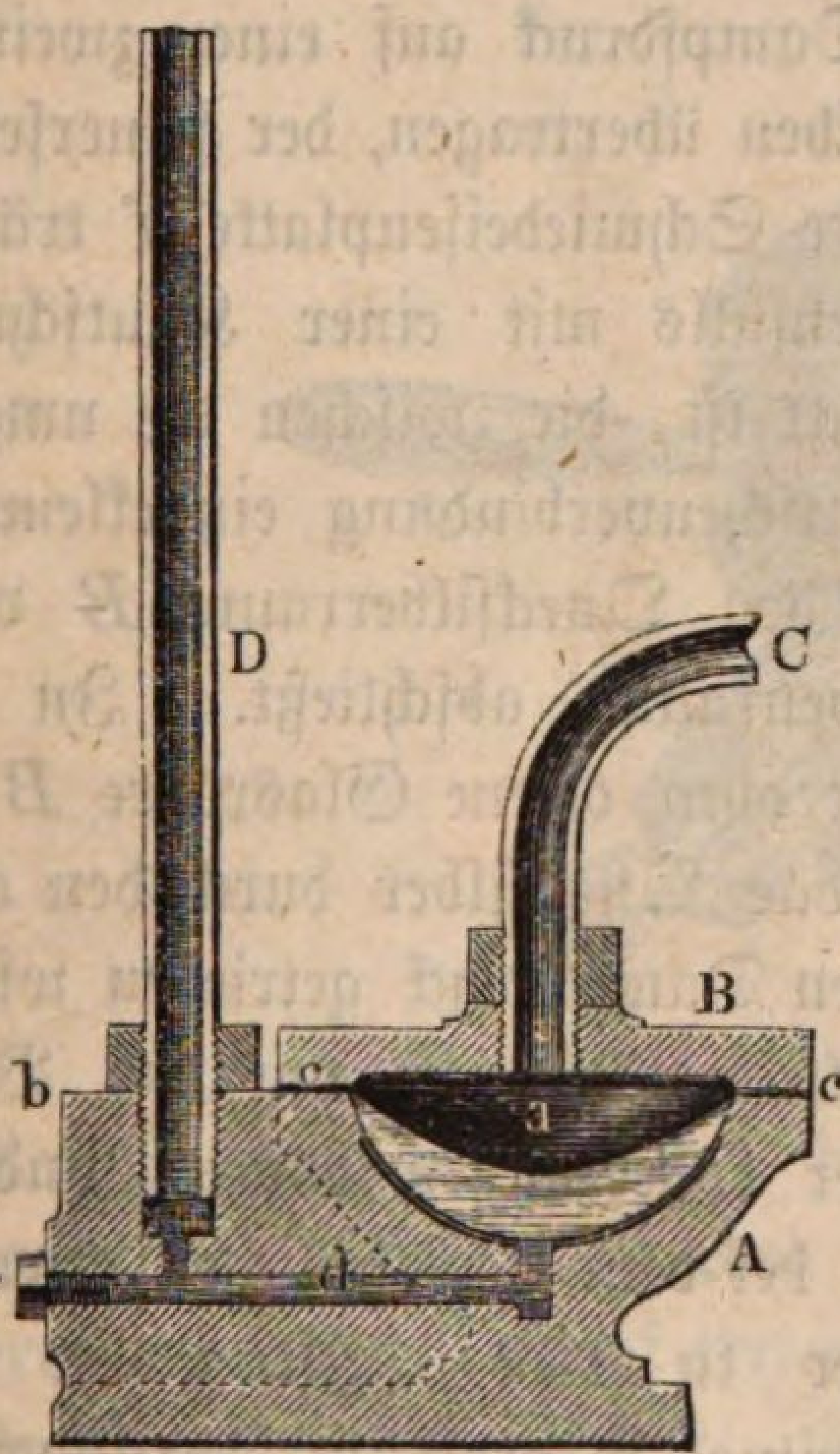


sichtbar gemacht wird. *A* ist das gußeiserne Quecksilbergefäß, bei *B* mit einer abwärts steigenden Röhre versehen, welche unter die Stopfbüchse *C* leitet. Durch letztere tritt das Glasrohr *D* ein, in welchem bei dem Ueberdruck Null der Quecksilberspiegel *XX* nahe über der Stopfbüchse liegend deutlich vor Augen liegt. *E* ist das Dampfrohr, *F* das Skalenbrett. Die Stopfbüchse *C* wird sorgfältig so eingerichtet, daß das Glasrohr sanft zwischen Gummistulpen und -Ringen eingebettet liegt, also nicht von Metall berührt wird; diese Vorsicht ist für die Haltbarkeit des Glases von großem Werthe.

Eine besondere und recht zweckmäßige Art der Gefäßmanometer sind diejenigen mit Kautschukverschluß. Fig. 144 zeigt das Unterstück eines solchen Manometers von sehr einfacher Construktion. *A* Quecksilbergefäß, *B* Deckel desselben, mit einer $1/8$ Zoll dicken Kautschukplatte *cc* überspannt, welche zugleich als Dichtungsmittel für den Deckel dient, *C* Dampfrohr, *D* Quecksilberrohr, bei *b* mit Gewinde und einer Gegenmutter befestigt, *e* Stöpselschraube zum

Verschließen der Bohrung *d*. Der in *C* wirkende Dampfdruck drückt bei *a* zunächst auf die Kautschukplatte und treibt, letztere ausbauchend, das Quecksilber in *D* nach Maßgabe der Spannung in die Höhe.

Fig. 144.

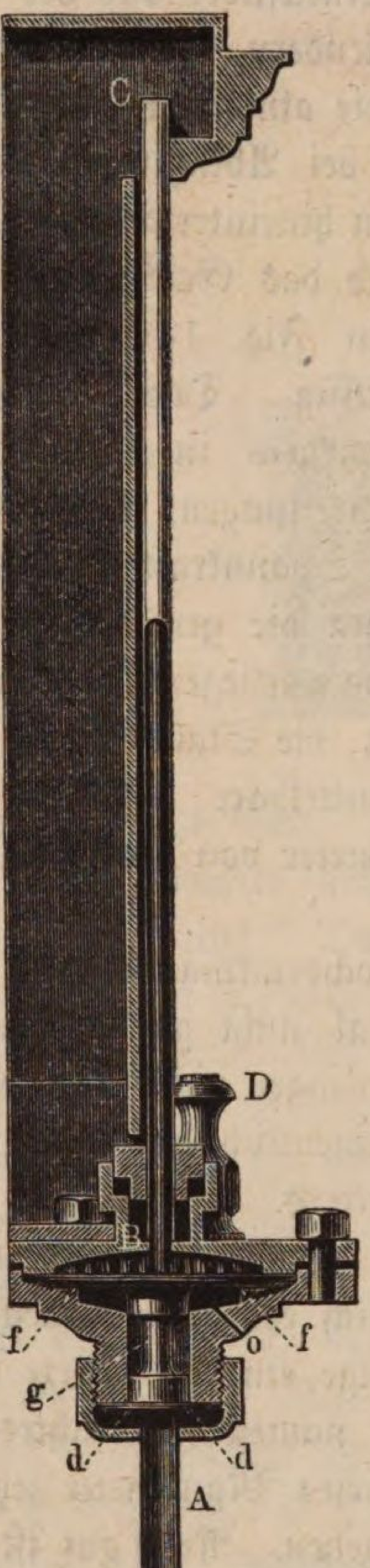


Die Kautschukplatte hindert sowohl den Dampf, bei übermäßiger Spannung das Quecksilber aus der Röhre hinauszuschleudern, als sie auch verhütet, daß die atmosphärische Luft das Quecksilber bei Abkühlung des Kessels in diesen hineintreiben kann. Der Hahn *c* und das Gefäß *f* des Manometers in Fig. 140 sind daher hier überflüssig. Das Sinken des Quecksilberspiegels in *a* bei stärker werdenden Pressungen, sowie die Einwirkung der Spannkraft der Gummiplatte machen die gewöhnliche Zollskala für das vorliegende Manometer unbrauchbar; die Skala ist am besten durch unmittelbare Proben unter Vergleichung mit einem offenen Heberbarometer von der in 109 besprochenen Art zu theilen.

111. Die beschriebenen Arten von Hochdruckmanometern erfordern viel Platz und sind deshalb manchmal nicht gut anwendbar; auch können sie unter andauernden Erschütterungen nicht gut gebraucht werden. Aus beiden Gründen bedürfen namentlich das Dampfschiff und die Lokomotive eines anderen Manometers. Früher viel angewandt war das Quecksilbermanometer mit oben geschlossener Glasröhre, in welcher eine Luftschicht durch die sich erhebende Quecksilbersäule zusammengepreßt wurde und demzufolge eine nur kurze Röhre nöthig machte. Wegen einzelner Mängel, namentlich leichtes Eindringen von störenden Unreinigkeiten, ist dieses Manometer jetzt fast ganz verlassen worden, weshalb wir es übergehen. Recht gut ist übrigens, namentlich für die Schiffmaschinen, das in Fig. 145 (a. f. S.) dargestellte von Journeux angegebene Kautschukmanometer mit kurzer Glasröhre, bei welchem die Fehler des letzterwähnten Ma=

nometers größtentheils beseitigt sind. Der durch das Rohr *A* zutretende Dampf wirkt auf das Kölbchen *d*, durch eine Kautschukplatte gehindert, dasselbe direkt zu bespülen und an seinen Seiten vorbei zu entweichen. Mittelst der Stange *g* wird der Dampfdruck auf einen zweiten kleinen Kolben übertragen, der seinerseits eine größere Schmiedeisenplatte *f* trägt, welche ebenfalls mit einer Kautschukplatte bedeckt ist, die zwischen die umgebende Flantschenverbindung eingeklemmt ist und so den Quecksilberraum *B* von dem Kolbenraum abschließt. In *B* mündet die oben offene Glasröhre *B C*, in welche das Quecksilber durch den auf *d* wirkenden Dampfdruck getrieben wird. Die Quecksilbersäule ist um das Verhältniß der Oberflächen von *d* und *f* kleiner als bei dem gewöhnlichen offenen Manometer in 109. Ist z. B. die Scheibe dreimal so groß im Durchmesser als *d*, so ist sie an Fläche neunmal so groß, und die Quecksilbersäule erhebt sich für jede Atmosphäre statt um 15 engl. Zoll nur um $^{15}/_{9}$ oder $1^{2}/_{3}$ engl. Zoll. Am besten wird auch dieses Manometer auf dem Versuchswege unter Vergleichung mit einem anderen zuverlässigen Manometer getheilt.

Fig. 145.

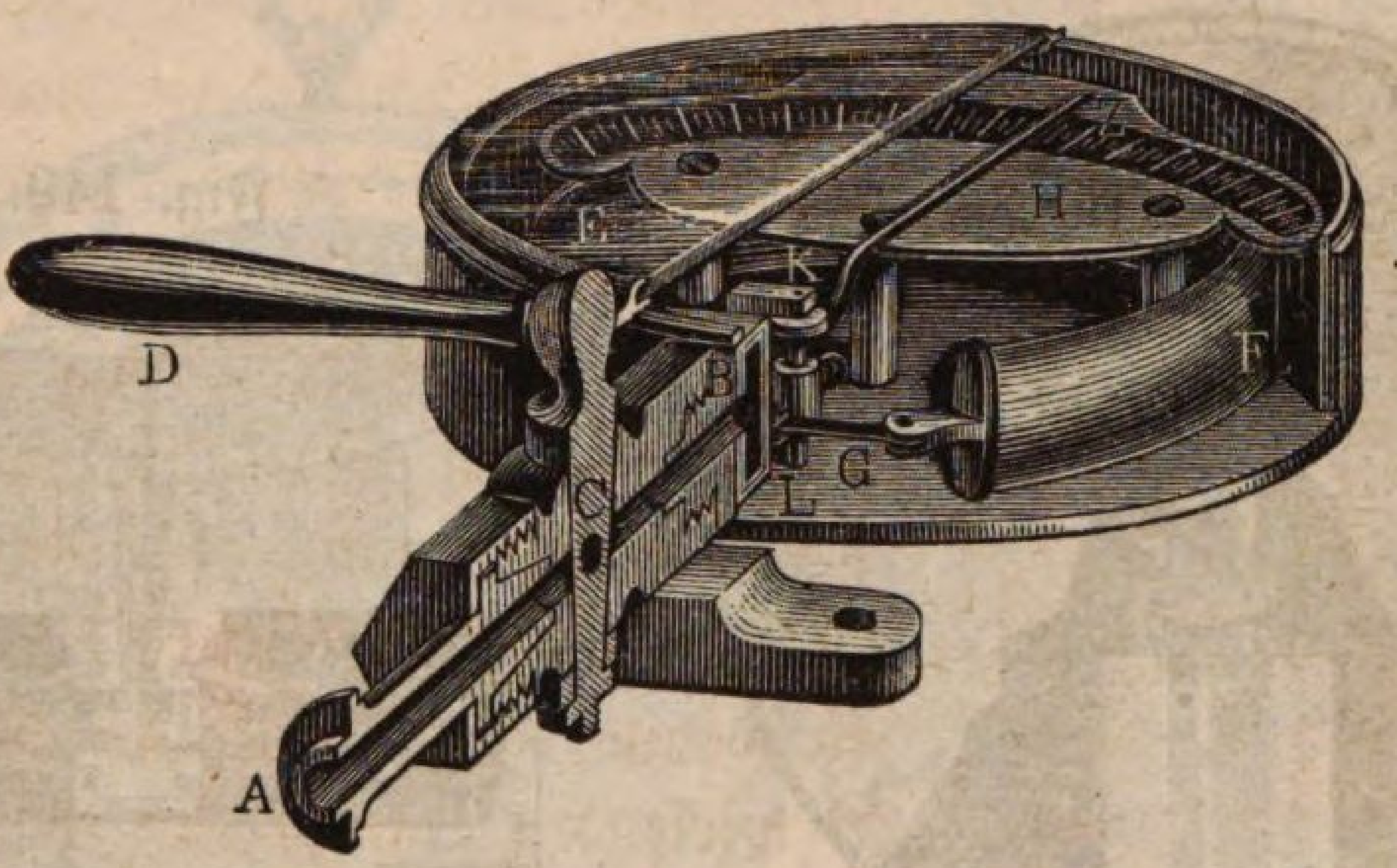


112. Eine sehr vorzügliche Gattung von Dampfmessern sind die sogenannten Metallmanometer. Ihre Wirkungen beruhen auf den Formänderungen, welche metallene Gefäße in Folge innerer oder äußerer Pressungen auf ihre Wände annehmen. Es sind deren bald nach ihrer nicht viele Jahre alten Er-

findung eine große Anzahl aufgekommen; einige der bewährtesten Arten sollen hier beschrieben werden.

Fig. 146 zeigt ein Manometer mit hohler Metallspirale. In Frankreich soll E. Bourdon und vor diesem in Deutschland der

Fig. 146.



Maschinenmeister Schinz dessen Erfindung gemacht haben. Der Haupttheil desselben ist eine gebogene Kupferröhre *F*, in deren Inneres man den Dampf treten läßt, welcher durch das Rohr *AB* und den Hahn *C* Zutritt hat. Die Röhre ist bei hochgehenden Manometern, z. B. den Kgl. Preuß. Controlmanometern, von Hempel aus Silber gefertigt. Das Ende der Röhre *F* ist geschlossen und mittelst Gelenkband *GL* mit dem Zeiger *KZ* verbunden. Dieser hat seinen Drehpunkt in *K* und zeigt auf der Skalentafel *H* die Dampfspannung in Pfunden oder Atmosphären ausgedrückt an. Die Beweglichkeit des Rohrendes je nach dem Dampfdruck beruht darauf, daß das Rohr nicht von rundem, sondern von dem in Fig. 147 gezeichneten länglich ovalen Querschnitt ist. Dieser Querschnitt ändert sich durch den Druck des Dampfes in einen mehr rundlich ovalen um, was eine Aenderung der ganzen Spiralform bewirkt, welche sich nun durch den Zeiger bemerklich macht.

Fig. 147.



Die Figur 148 (a. f. S.) zeigt in theilweisem Durchschnitt ein Manometer mit gewellter Platte, von Schäffer und Budenberg in Buckau. Eine ringförmig gewellte Stahlplatte *a* ist zwischen zwei Flantschen geschraubt und durch eine untergelegte Kautschuk-

scheibe *b*, welche zugleich zum Dichten dient, gegen die Feuchtigkeit geschützt. Der unterhalb *b* zutretende Dampf biegt die Platte je nach seiner Spannung mehr oder weniger durch; die Größe dieser Durchbiegung und damit zugleich die Dampfspannung wird von dem Zei-

Fig. 148.

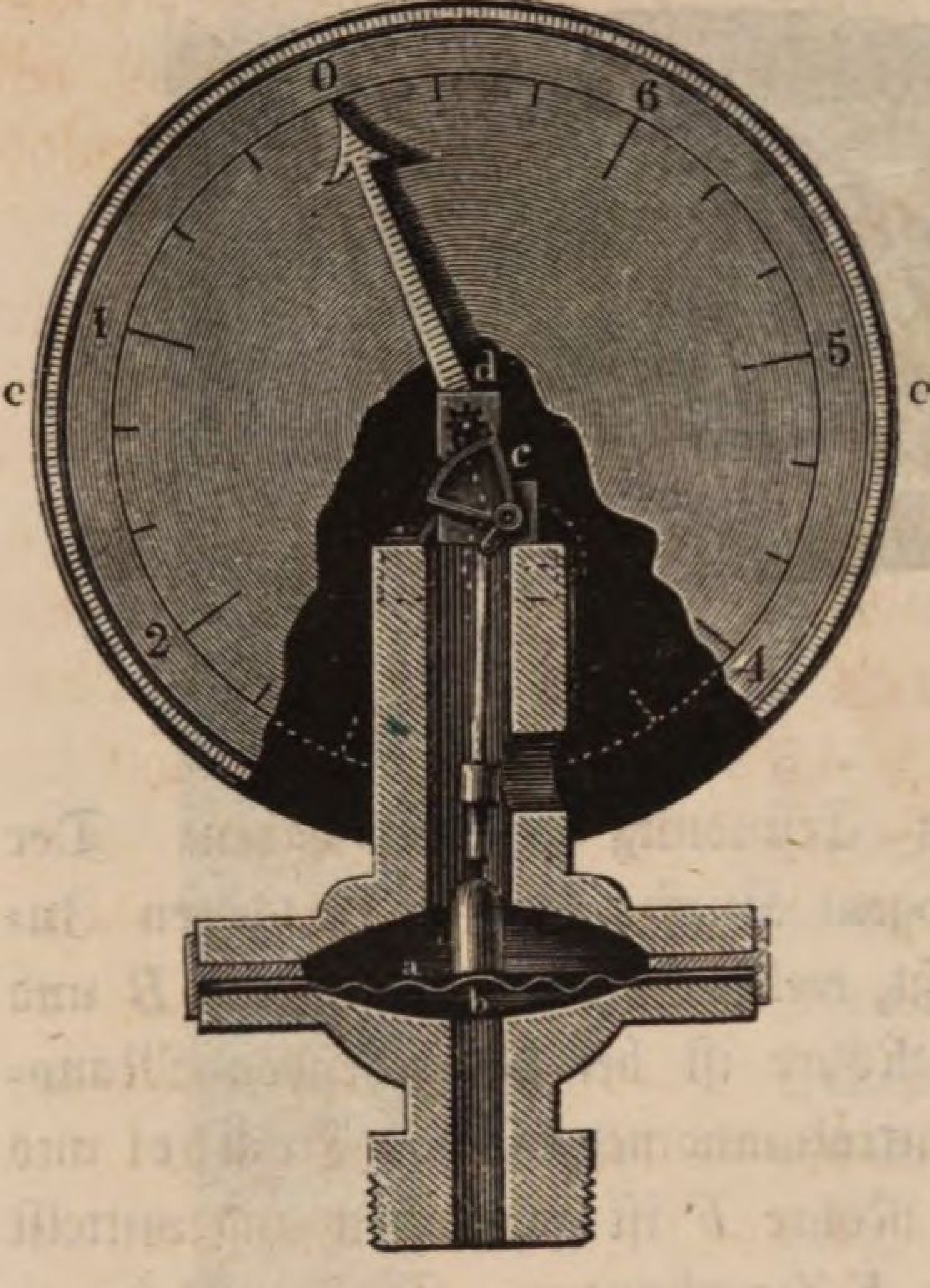
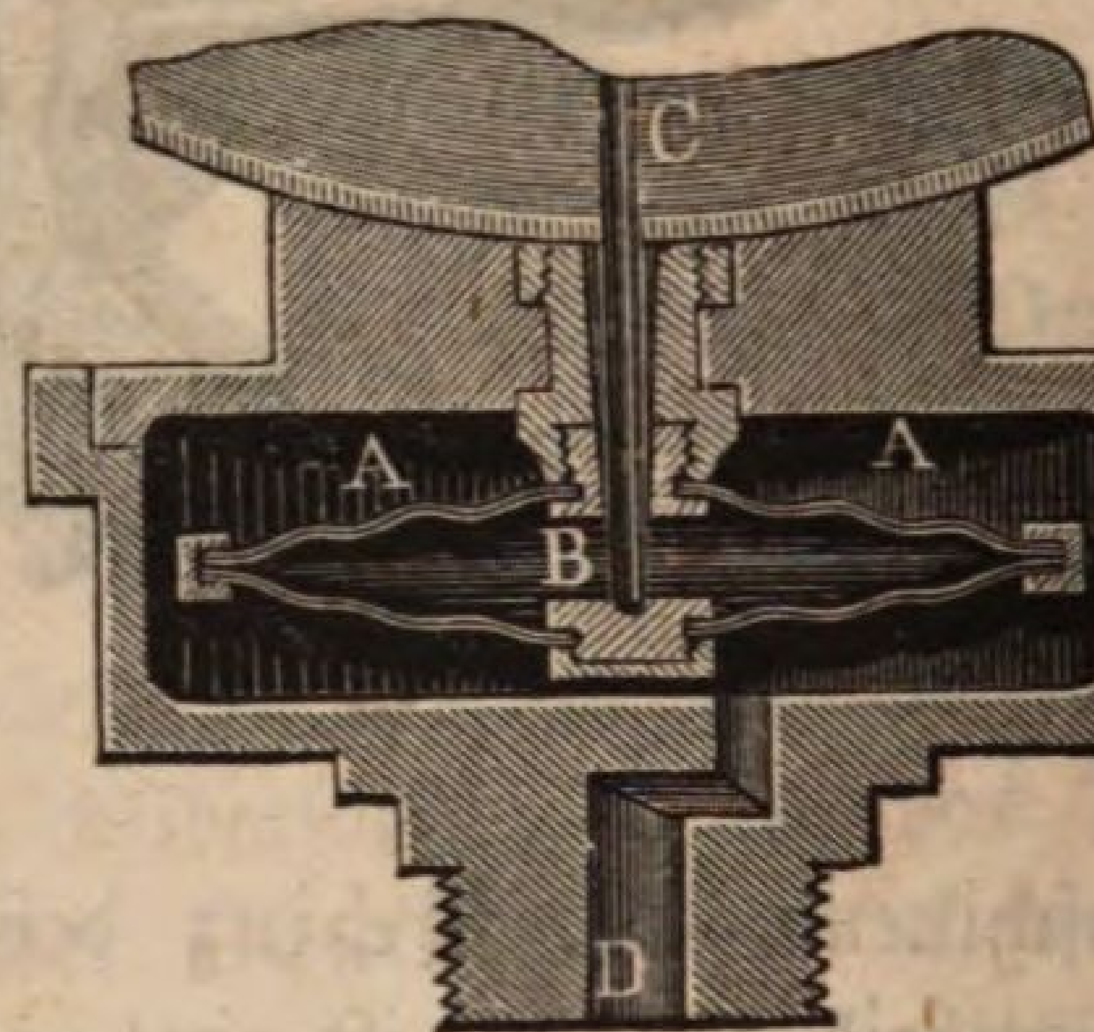


Fig. 149.



ger *d* auf seinem Zifferblatt *e* angezeigt. Die sehr klein ausfallenden Biegungen der Stahlplatte werden durch die kleine Räderübersetzung *c* des Zeigerapparates in vergrößertem Maßstab zur Anschauung gebracht. Die Skala des Zifferblattes ist dadurch hier auf etwa $^5/_6$ des Kreises ausgedehnt, was in Betreff der Deutlichkeit des Ablesens dieses Manometer dem vorigen voranstellt.

Fig. 149 Unterstück eines Manometers mit zwei Wellenplatten, von Gäbler und Veitshaus. Hier sind zwei gewellte Stahlplatten mit einander, und die obere zugleich mit dem Gehäuse *a* dampfdicht verschraubt. Der Dampf umspült die aus den beiden Wellenplatten gebildete Dose und preßt dieselbe je nach seiner Spannung zusammen. Die untere Platte trägt den Stift *b*, welcher die Formänderungen der Dose, ähnlich wie bei dem vorigen Manometer, auf einen Zeiger-

apparat überträgt. Die Anwendung zweier Wellenplatten statt einer macht die Empfindlichkeit dieses Manometers größer als die des vorigen ist.

Fig. 150.

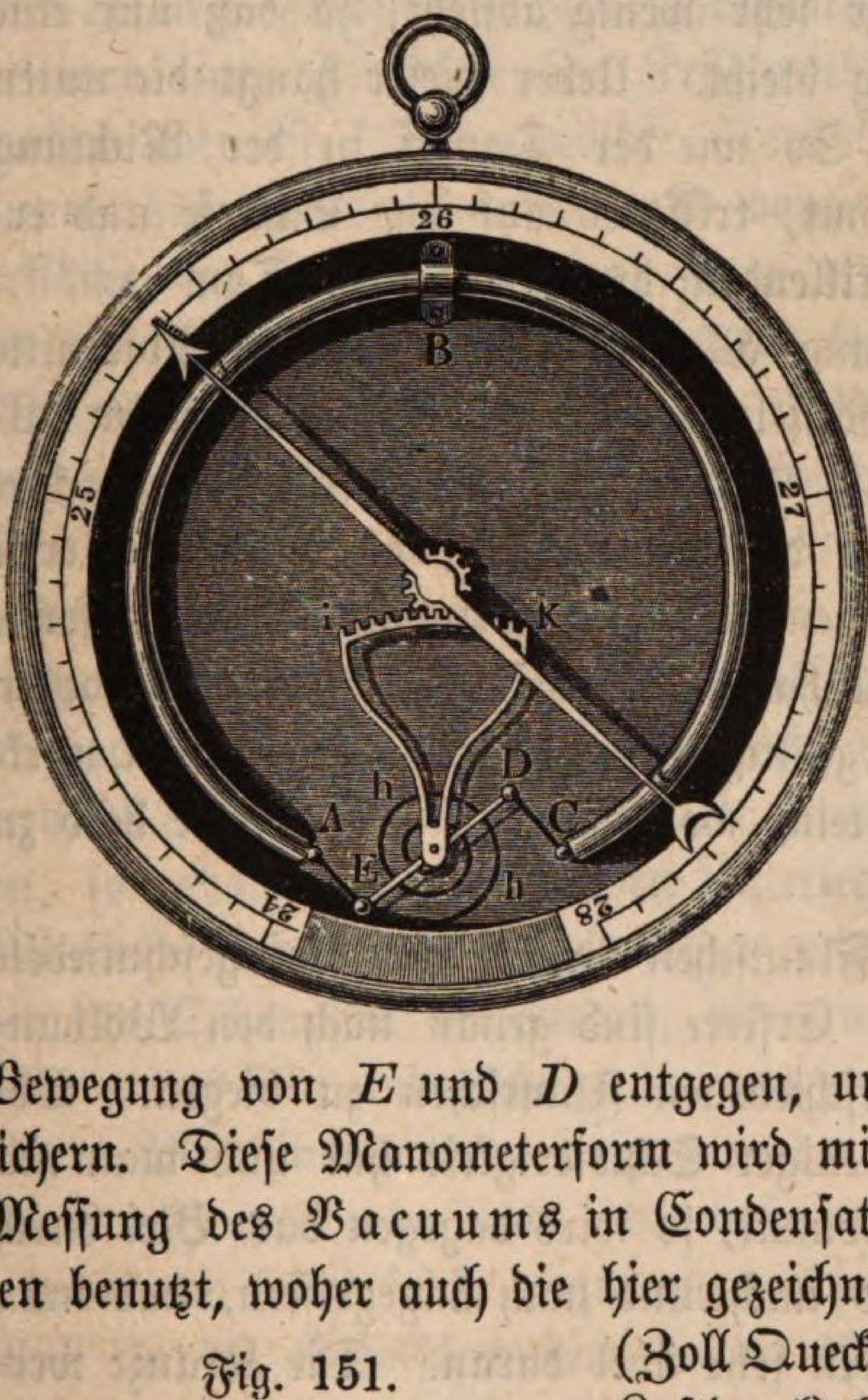
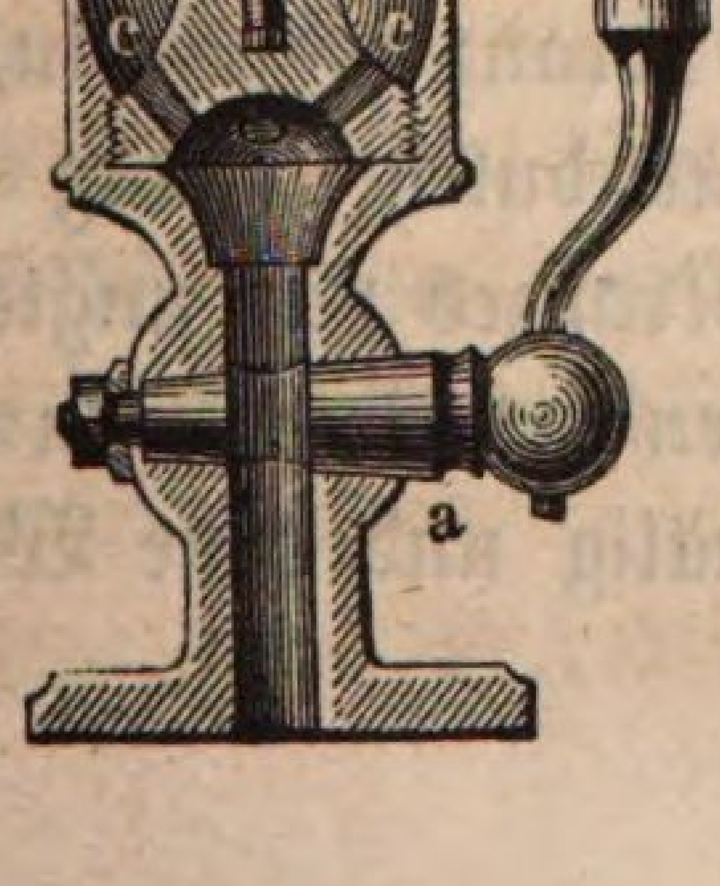


Fig. 150 zeigt eine dritte Form des Metallmanometers. Hier ist das Metallrohr *ABC*, welches wie bei Fig. 147 von linsenförmigem Durchschnitt ist, in seiner Mitte bei *B* festgehalten, weshalb sich die Enden *A* und *C* bei Einleitung von Dampf beide bewegen. Ihre Ortsveränderung wird durch die Glieder *AE* und *CD* auf den Zahnbogen *ik* übertragen, welcher sie auf den Zeiger überträgt. Eine schwache Spiralfeder *hh* wirkt der Bewegung von *E* und *D* entgegen, um die Lage des Zeigers zu sichern. Diese Manometerform wird mit Vorliebe für den Zweck der Messung des Vacuums in Condensatoren und ähnlichen Apparaten benutzt, woher auch die hier gezeichnete Theilung von 24 bis 28 (Zoll Quecksilbersäule unter dem äußeren Luftdruck) herrührt. Instrumente dieser Art heißen Vacumeter oder Luftleeremesser.

Fig. 151.



113. Von den Lokomotiven her ist die Dampfpfeife (whistle; sifflet) so bekannt geworden und hat auch so viel Eingang bei sonstigen Dampfapparaten gefunden, daß sie hier (Fig. 151) dargestellt und beschrieben zu werden verdient.

Ein Hahngehäuse *a* mit Hahn ist

auf den Kessel dampfdicht aufgesetzt. *b* die Handhabe des Hahns aus Holz. *cc* sind Löcher zum Auslassen des Dampfes, wenn der Hahn geöffnet ist.

Der obere Theil erweitert sich über *cc* in eine Scheibe, von der rundherum ein Mantel *e* nur sehr wenig absteht, so daß nur eine schmale ringförmige Oeffnung bleibt. Ueber dieser hängt die unten scharf abgedrehte Kappe *d*. So wie der Dampf in der Richtung der gezeichneten Pfeile ausströmt, trifft er auf jene Schärfe und erzeugt dabei den bekannten schrillenden, durchdringenden Ton.

114. Was die Befestigung aller in diesem Kapitel-Abschnitte beschriebenen Theile auf den Kesseln anbelangt, so muß dabei im Allgemeinen die äußerste Vorsicht, Genauigkeit und Strenge beobachtet werden, sowohl was die Güte der Materialien, als auch das erste Befestigen und spätere Nachsehen betrifft.* — Undichte und tropfende Stellen sind durchaus fern zu halten, insbesondere ist das Tropfen auf die Kesselbleche selbst sorgfältig zu verhüten. Hier höhlt wirklich der Tropfen nicht den Stein, wohl aber die Kesselplatte bald zu gefährlicher Dünne aus.

Zum Unterlegen an den Flantschen nehme man nur geschmiedete eiserne Ringe, keine bleierne. Erstere sind genau nach den Wölbungen des Kessels oder der verschiedenen Flantschen zu biegen. Obwohl dieses mit bleiernen weniger Schwierigkeit hat und man mit diesen anfänglich gut zurecht kommt, so wird dagegen das Blei durch die Einwirkung des Dampfes nach und nach angegriffen, und man ist dann später bei Reparaturen sehr übel daran. Die Kränze werden möglichst gleichmäßig mit Hanfschnüren, die in weichen Oelkitt getaucht sind, bis zur Dicke von 4‴ bis $1/2''$ umwunden, sind aber immerhin so dünn als möglich zu halten. Ein solcher fertiger Kranz muß keine Ungleichheiten und Wellen haben, welche die Windung der Hanfschnüre erkennen lassen; an den Vertiefungen würde immerfort Dampf entweichen. Es ist nicht leicht, einen Kranz zu wickeln, der überall gleich dick und gleichmäßig fest ist; nur durch Uebung kann dies erlernt werden. Oft soll mittelst eines Kranzes von ungleicher Dicke einem Rohre eine schiefe Stellung gegeben werden; dann muß der Kranz nach der einen Seite hin ganz allmälig und ohne Wellen an Dicke zunehmen.

Bei den Lokomotiven haben einzelne Construkteure eine Methode der Befestigung der Montirungsstücke eingeführt, welche als sehr zweckmäßig anerkannt werden muß. Dabei wird nämlich jedes der aufzuschraubenden Stücke nicht direkt auf den Kessel, sondern auf ein aus Messing gegossenes Zwischenstück geschraubt, welches sich mit seiner einen Flantsche der Kesselwölbung anschmiegt, während die andere eben ist. Die gewölbte Flantsche des Messingstückes läßt sich immerhin etwas hämmern und daher sehr gut an die krumme Oberfläche des Kessels anpassen, sogar etwas stemmen, wodurch der sichere Verschluß leicht hergestellt werden kann.

Die Kesselschrauben, d. h. die Schrauben, welche die Montirung auf dem Kesseldache befestigen, werden dicht unter dem Kopfe vierkantig gemacht. Das Viereck paßt in das entsprechend geformte Loch des Kesselbleches und verhütet die Drehung der Schrauben. Zwischen Kopf und Blech liegt eine Kittschnur, die vor dem Einstecken der Schraube um dieselbe gewickelt wird. — Wenn die Flantschen nicht abgedreht sind, sondern die unbearbeitete rauhe Gußfläche haben, so erhalten die Schrauben Unterlegscheiben, auf welchen sich die Muttern drehen. Das Schraubengewinde ist je nach dem Durchmesser der Schrauben verschieden; wir rathen aus der Erfahrung, dasselbe etwas fein und nicht zu tief anzuwenden. Da zu einer gut bedienten Maschine gehört, daß entweder von den gebräuchlichsten Schrauben Vorräthe da sind, oder daß der Maschinist ein Schneidzeug habe, um selbst solche anzufertigen, so machen wir hierauf namentlich für die Kesselschrauben, welche öfters ersetzt werden müssen, besonders aufmerksam. Flantschen und Kragen am Kessel mit Eisenkitt zu dichten vermeiden wir so viel als möglich; denn gewöhnlich haben die Kesselbleche einen fetten Anstrich, welcher nicht gestattet, daß der Kitt sich fest ansetzt, so daß derselbe durch die verschiedene Ausdehnung des Kessels und der Montirung und die beim Erkalten erfolgende Zusammenziehung gewöhnlich bald abbröckelt. Ferner geht von jeder mit Rostkitt gedichteten Stelle die Rostbildung im Bleche selbst weiter und zerstört solches allmälig, vorzüglich dann, wenn die Kittmasse reichlich Salmiak enthält.

Drittes Kapitel.

Von der Behandlung der Dampfkessel.

---

115. Bei der Wartung oder Behandlung der Dampfkessel lassen sich mehrere Gattungen von Arbeiten unterscheiden, die in diesem Kapitel einzeln durchgegangen werden sollen. Es zerfällt dieselbe nämlich in:

A. Behandlung eines neu gesetzten (frischen) Kessels;
B. Behandlung eines schon gebrauchten Kessels im gewöhnlichen Betriebe;
C. Abstellen der Dampferzeugung auf kürzere oder längere Zeit;
D. Reinigen der Kessel und Repariren gewöhnlich vorkommender Schäden an denselben.

Das vierte Kapitel wird auch die außergewöhnlichen Zustände und Arbeiten an dem Kessel behandeln.

A. Behandlung neu gesetzter Dampfkessel.

116. Nachdem ein neu gesetzter Kessel nach Anleitung des vorigen Kapitels gehörig aufgestellt und mit allen erforderlichen Theilen ausgerüstet ist, muß er zunächst 1 bis 2″ hoch über den Normalwasserstand mit Wasser gefüllt werden. Dienen dabei senkrecht in das Kesselwasser hineinreichende Probirhähne zur Erkennung des Wasserstandes, so muß man, da nun noch kein Dampfdruck das Wasser aus dem Hahn treibt, die Probe durch Hineinblasen durch den geöffneten Hahn machen. Aus dem Geräusch der durch das Wasser gehenden Luftblasen ergibt sich, ob Wasser genug vorhanden sei. Der Schwimmer oder das Wasserstandsglas zeigen den Wasserstand unmittelbar an; ersterer aber wegen Kälte der Stopfbüchse leicht weniger genau. Ist behufs der Füllung das Mannloch noch offen,

so kann man rascher mittelst eines Stäbchens den Wasserstand abmessen und erkennen.

Das Füllen geschieht in der Regel mittelst einer guten Handpumpe. Die Fälle, wo man einen höher als der Kessel gelegenen Behälter hat, aus welchem die Füllung geschehen kann, sind selten. Man findet diese Bequemlichkeit bei Dampfmaschinen, die an Wasserradanlagen (zur Vermehrung der Kraft oder zur Aushilfe) gebaut sind, wo man die Zuleitung aus dem Oberwasser macht, in engen Thälern, wo die Fabriken nahe an einer quellenreichen Bergwand liegen, in Eisenwerken, welche behufs der Gichtenförderung oder des Benetzens der Walzenzapfen hochgestellter Behälter bedürfen.

An das Ausgußrohr der Handpumpen oder der Leitungsröhren befestigt man einen Hanfschlauch und führt diesen durch das offene Mannloch in den Kessel. Wenn mehrere Kessel für eine Maschine arbeiten, und es ist einer derselben als Reservekessel gereinigt worden, der nun rasch gefüllt werden soll, so gebe man dem Druckrohr der kalten Pumpe einen Ansatz für die Befestigung eines Schlauches. Ist die Pumpe nicht für den Vorwärmer der Maschine thätig, so geht sie beständig mit und füllt dadurch den Reservekessel. Die Anwendung der Hanf- oder Spritzenschläuche stellt sich billiger als die Anlage fester Rohrverbindungen, sie ist einfacher und verdirbt auch nicht. Der Hanfschlauch muß indessen nach solchem Gebrauche vollständig ausgetrocknet und nicht an feuchtem Orte aufbewahrt werden. In manchen Fabriken, z. B. Druckereien, Spinnereien, Eisenwerken, sind die Pumpen so eingerichtet, daß sie als Feuerspritzen dienen können, was allgemeine Empfehlung verdient und das Kesselfüllen leicht gestattet.

117. Nach beendigter Kesselfüllung beginnt man das Heizen mit einem kleinen gelinden Feuer. Zum Anzünden desselben dienen Holzreisig, Hobelspäne, Bauholzspäne ꝛc. Das Feuer wird mittelst des Zugschiebers und der Feuerthür so regulirt, daß es den ersten Tag ganz schwach brennt, so daß im Verlauf desselben das Wasser des Kessels noch nicht ins Sieden geräth. Wir lassen bei frischen Kesseln und noch feuchtem Mauerwerk gern die Feuerthür halb geöffnet, damit viel Luft eindringe, die das Austrocknen des Gemäuers wesentlich befördert. So wie aber die Trocknung vorschreitet, wird

die Thür immer näher beigerückt und endlich mit Ausnahme der Dauer des Schürens stets geschlossen gehalten.

Ist das Gemäuer sehr feucht, so sieht man dem Schornstein deutlich Dampfwolken entsteigen. Wir waren einst genöthigt, bei strenger Kälte und mit durchfrorenen Steinen einen Dampfkessel aufzustellen. Bei der Anwendung gehöriger Dunstkanäle und einer, wie eben beschriebenen, vorsichtigen Anheizung konnte am Ende des zweiten Tages schon vollständig Dampf erzeugt werden und das Gemäuer war getrocknet, ohne den mindesten Schaden genommen zu haben.

Das Feuer wird am zweiten Tage schon etwas verstärkt, die Heizthür fast geschlossen, das Register mehr geöffnet; so wird fortgeschritten, bis der richtige Gang eintritt.

Bei neuen Kesseln und Schornsteinen kommt es oft vor, daß anfänglich gar kein Zug vorhanden ist und das Feuer nicht brennen will, namentlich da, wo die Züge auf lange Strecken um oder durch die Kessel geführt sind. Da nämlich Kessel, Gemäuer und Schornstein anfänglich noch kalt und die Züge sowie der Schornstein mit kalter Luft gefüllt sind, so findet die auf dem Rost erzeugte Hitze und Flamme dort zu viel Widerstand, als daß sie sich dahin ziehen könnte. Dem ist dann nicht anders abzuhelfen, als durch das Anzünden eines Reisig- oder Strohfeuers unmittelbar im Schornsteinfuße. Dadurch erlangt man sogleich Erwärmung der Schornsteinluft und augenblicklichen Beginn des Zuges. Da das anfängliche Versagen des Zuges sich bei jeder neuen Anlage einstellen kann, so mauere man anfänglich die Reinigungsöffnung des Schornsteins nicht fest zu, weil jenes Feuer durch dieselbe eingelegt werden muß, sobald es sich als nöthig ergibt.

Wenn aber einmal Alles recht durchwärmt worden ist, z. B. nach einigem Betrieb, so kann schon eine mehrtägige, ja noch längere Unterbrechung des Heizens geschehen, ohne daß jener Fall wieder einträte; denn das Kesselgemäuer, insbesondere aber hohe, gemauerte Schornsteine erhalten sich sehr lange warm. Sobald noch durch jene Wärme die geringste Strömung durch die Züge nach dem Schornstein hin verursacht wird, wird dadurch das Feuer sogleich an-

gefacht, der Flamme die Richtung angegeben; und einmal in den Schornstein gelangt, befördert sie die Zunahme des Feuers.

118. Bei derartigem Anfeuern muß der Wärter die größte Aufmerksamkeit auf das Heizen verwenden; weniger braucht er sich um die Kesseltheile und die Dampferzeugung zu bemühen, immerhin indessen ist Folgendes zu beachten. Er untersuche die Beweglichkeit des Schwimmers, sobald dessen Büchse heiß geworden, und überzeuge sich von seinem richtigen Stande und der Zuverlässigkeit seiner Bewegungen. Wenn man den Waagebalken an der Seite des Schwimmersteins hinunterdrückt, so muß der Stein sogleich ins Wasser sinken, beim Loslassen aber sehr leicht durch das Gegengewicht wieder genau auf die Stellung gehoben werden, die dem vorhandenen Wasserstande entsprach. Die Stahlspitzen oder -Schneiden, worin der Waagebalken sich dreht, und die Stopfbüchse sind die dabei am meisten zu beachtenden Stücke. Die Spitzen dürfen namentlich nicht zu fest in die Nuß des Hebels eingedrückt sein. Sobald sich Dampfentwickelung zeigt, versuche man auch die Wirksamkeit und Beweglichkeit der Probehähne. Dann wird auch bei Hochdruckkesseln der Hahn des Manometers geöffnet, bei Niederdruckkesseln das Luftventil nachgesehen. Ebenso werden nun noch die Sicherheitsventile untersucht, dieselben einige Male gelüftet und, vom Ventilsitz gehoben, gedreht, damit sie nicht etwa durch Oel (vom letzten Schleifen her) verklebt und festgehalten werden. Wir haben Fälle erlebt, wo derart anhängende Ventile, durch den sehr stark gewordenen Dampf endlich aufgeschleudert, Verwirrungen und Brüche verursachten. Die Ventile mit directer Belastung (Fig. 123) lassen sich weniger leicht lüften; wenn nun ein solches z. B. für 4 Atmosphären belastet ist, so wartet man, bis der Dampf 2 bis 3 Atmosphären Spannung erlangt hat, welcher innere Druck alsdann die Hebung des Ventils erleichtert.

Außerdem sehe der Wärter bei Niederdruckkesseln, bevor die Dampfspannung auf die erforderliche Höhe kommt, nach dem Wassereinlaßrohr; er untersuche, ob der Schwimmer beweglich und die Zuleitung von Speisewasser in Ordnung ist, prüfe die Manometer, indem er die Schwimmer aus dem Quecksilber hebt und dann sanft wieder hineingleiten läßt. Es wird sich nun auch zeigen, wo undichte Kränze und Schrauben sind. Hier muß dann durch Nach-

drehen der Muttern geholfen werden. Wenngleich bei der Aufstellung alle Schrauben auf das festeste angezogen wurden, so geben sie doch, einmal warm geworden und dadurch ausgedehnt, wieder nach, so daß ein allgemeines Nachziehen derselben erforderlich ist. Zeigen sich an den Kränzen so bedeutende Lecke, daß sie mit Anziehen der Schrauben und durch eingetriebene kleine Holzkeile, die in Kitt getaucht sind, nicht beseitigt werden können, so muß man sich die Stellen genau merken, und, sobald ein Stillstand möglich ist, die Kränze nachwickeln und verbessern. Gibt man endlich Dampf in die Leitungsröhren, so soll dies langsam geschehen. Das rasche Einströmen desselben und das sich dabei condensirende Wasser machen zu leicht die Kränze undicht; letzteres quillt auch selbst an den besten Kränzen heraus. Man muß, sobald sich dies zeigt, sogleich die Schrauben nachdrehen, damit das Rinnen aufhört und keine größere Lecke entstehen. Gewöhnlich zeigen sich solche Kränze für bloße D a m p f l e i t u n g hernach ganz gut und dicht.

119. Je nach der zu irgend einem Zwecke erforderlichen Dampferzeugung, deren Stärke, von dem Gang der Maschine bedingt, durch das Manometer angezeigt wird, muß der Wärter die Heizung führen. Der Hauptgrundsatz dabei ist, so wenig als möglich Brennstoff zu verbrauchen.

Die W a h l d e s B r e n n s t o f f s (fuel; combustible) zum Betrieb der Kessel ist für den Besitzer der Maschinen, wenn nicht im voraus, doch bald nach einigen Versuchen mit verschiedenen Sorten entschieden. Der Erbauer der Kessel und Maschinen muß schon wissen, ob die Heizung mit Holz, Torf, Steinkohlen, Koke oder Braunkohlen geschehen soll, und hat demgemäß die Oefen und Kessel nach der im vorigen Kapitel besprochenen Weise einzurichten. Es erübrigt alsdann nur die Wahl zwischen den verschiedenen Abarten des Brennstoffs, z. B. bei Holz zwischen Eichen-, Buchen-, Tannenholz (hartem oder weichem), oder gar Reisigbündeln, Stock- oder Wurzelholz; ebenso bei Torf zwischen Moor- und Rasentorf, bei Steinkohlen zwischen backenden und Sinterkohlen, Sandkohlen, Anthracit. Um eine Brennstoffgattung auf ihre Vortheile zu prüfen, verwende man dieselbe mindestens 4 bis 6 Tage lang zur Heizung; dann für d i e s e l b e Dampferzeugung eine andere ebenso lange und unter gleichen

Bedingungen (gereinigten Zügen u. s. f.). Erlauben es die Brennstoffe, gemischt zu werden, z. B. die Steinkohlen, Stein- und Braunkohlen, so versuche man diese Mischungen in verschiedenen Verhältnissen. Aus der Zusammenstellung der jedesmaligen Verbrauche für gleiche Leistung der Maschine oder des Dampfkessels ergibt sich sofort, welche Art von Brennstoff bleibend zu verwenden ist.

Da, wo mehrere Sorten Steinkohlen zu haben sind, versuche man ja jene Mischungen, die sich in den meisten Fällen billiger stellen, als die reinen Kohlenarten für sich. Wir haben bei einer 22-pferdigen Dampfmaschine eine Ersparniß von 1 Thlr. pr. 12 Arbeitsstunden beobachtet, als man zur Hälfte Back- und zur anderen Hälfte Sinterkohlen anwandte; jene Kohlensorten waren daselbst vorher nur ungemischt verbraucht worden.

120. Die erste Sorge des Wärters beim Heizen sei (unter Ausschließung der backenden Kohlen und der staubartigen Braunkohlen) auf die Trockenheit des Brennmaterials gerichtet. Nasses Material müßte doch erst während des Feuerns im Ofen austrocknen, das darin enthaltene Wasser müßte verdampft werden, was hier so gut als bei dem im Kessel zu verdampfenden Wasser Wärme erfordert, die dem Feuer unnütz entzogen würde. Außer diesem Wärmeverlust hat man bei nassem Material noch den Uebelstand, daß der entstandene Dampf die gehörige Entzündung und Verbrennung der Gase hindert, indem er sie einhüllt, ihre Vereinigung erschwert und sie abkühlt. Ein dritter Nachtheil entsteht bei solchen rauchigen und schmorenden Feuern durch das Niederschlagen und Festsetzen der Theer- und Wasserdämpfe an den Kesselwänden. An die hierbei entstehenden klebrigen Ueberzüge setzen sich leicht Flugasche und Ruß fest, so daß die Wände rauh, verklebt und für die Hitze unzugänglich gemacht werden. Auch hält es schwer, dieselben von solchen Krusten zu reinigen, unter welchen zudem die Oxydation der Platten rasch vorschreitet.

Bei der Benutzung von Torf ist dessen Trocknung von größter Wichtigkeit. Gewöhnlich getrockneter (lufttrockener) Torf, wenngleich von bester Qualität, kann nicht in Eisenschmelzöfen, d. h. Flammöfen, verwendet werden, weil er immer noch 10 bis 12 Proc. Wasser enthält. Sobald aber dieser Wassergehalt durch eine starke Trock-

nung entfernt ist, und der Torf alsbald nach derselben verbraucht wird, gibt er eine ungemein starke Hitze, die zum Schmelzen und Puddeln des Roheisens, ja in geeigneten Oefen sogar zum Schweißen des Stabeisens hinreicht. Dies verdankt man also nur der Entfernung des Wassers, da keine sonstige Veränderung damit vorgenommen ist. Die Trocknung des Torfes geschieht in eigenen Trockenöfen, wo 3- bis 5000 Torfziegel 10 bis 14 Tage lang in einer Wärme von 40 bis 50° gehalten werden. Zur Erzeugung der Wärme benutzt man die abgehende Flamme der Oefen oder richtet besondere Feuerungen dazu her. Mit 1 Theil Torf kann man je nach dem Feuchtigkeitsgrade des Torfes 10 bis 15 Theile austrocknen oder dörren.

Die Heizung mit Torf wurde in 61 und 70 besprochen; da man zu den Dampfkesseln nicht immer gedörrten Torf verwenden kann, so schaffe man wenigstens das für den nächsten Tag zu gebrauchende Quantum oben auf das Kesselgemäuer, und schließe nach Feierabend das Kesselhaus recht gut ab, so daß der Torf während der Nacht noch austrocknet.

Ebenso nachtheilig wie beim Torf zeigt sich die Feuchtigkeit bei der Koke, die, einmal feucht geworden, z. B. durch Regen, immer schlecht bleibt und viel schwerer ist, als früher, was die Maschinisten der Lokomotiven und der Dampfschiffe, wo Kessel nach Lokomotivenart bestehen, oft unangenehm erfahren.

Nur die staubigen Braunkohlen und backenden Steinkohlen müssen feucht aufgegeben werden. Man netzt sie vorher an, wo möglich am Abend vor dem Gebrauch. Man kann rechnen, daß ein Mehrverbrauch von $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ eintritt, wenn sie ungenetzt verbrannt werden. Denn da die Kohlen letzter Art zusammenbacken, und durch die entstehende Kruste der Luftzug sehr gehemmt wird, so geräth bei trockenem Aufgeben die zuletzt aufgeworfene, obere Schicht nur ins Schmoren, und entwickelt nicht die größtmögliche Hitze. Der bei genetzten Kohlen entstehende Wasserdampf aber verhindert das zu feste Backen, und die Zersetzung des Wassers selbst ist für die Verbrennung gerade dieser Kohlenart gut. Das dazu erforderliche Wasser wird sich der Wärter leicht aus dem Druckrohr der Speisepumpe mittelst eines abgeleiteten Rohres mit Hahn verschaffen können.

Wenn der Kessel ein Sicherheitsventil nach Fig. 123 hat, so wird am besten das Rohr *C* desselben bis an den Kohlenplatz verlängert, und das dort abgehende Wasser zum Kohlennetzen benutzt. Ungenetzte Braunkohlen fallen zu rasch in den Aschenfall, wo sie dann unnütz verglimmen.

121. Die Form, in welcher der Brennstoff aufgegeben wird, ist ebenfalls besonders zu beachten. Das Holz wird gewöhnlich in der Länge der Klafterscheite eingeworfen, die aber nicht zu dick sein dürfen; seltener werden dieselben in kurze Klötze zersägt. Wir halten letzteres für besser und rathen zur Anlage einer Kreissäge, welche dieses Schneiden verrichtet, überall, wo deshalb das Triebwerk nicht zu sehr ausgedehnt werden muß und man, unbeschadet der übrigen Fabrikation, über $1/_2$ bis 1 Pferdestärke für einige Stunden des Tages verfügen kann. Der Torf wird gemeiniglich in Stücken oder Soden von 10″ Länge, 4″ Breite, $2^1/_2$ bis 3″ Dicke gestochen, die sich recht wohl zum Heizen eignen; manche Soden zerbrechen oder werden beim Aufgeben zerstoßen, was aber nicht von Nachtheil ist. Neuerdings hat man nach dem verdienstvollen Vorgange von Exter den Torf durch Pressen in die festere Form der Torfziegel gebracht, welche für den Dampfkesselbetrieb unter günstigen Bezugsbedingungen für den Torf sehr wohl geeignet sind. Die Ziegel werden, in einige Stücke zerschlagen, aufgegeben, und eignen sich sehr gut zur Dampferzeugung; in Baiern werden sie mit Erfolg auf den Lokomotiven benutzt.

Die Braunkohlen erscheinen entweder als Lignite, holzähnliche, oder als steinkohlenartige Pechkohlen oder endlich als erdige Massen. Mit den ersten Sorten verfährt man ähnlich wie bei Holz und Steinkohlen. Erdige Braunkohlen dagegen sollen immer in Klötze geformt und vor dem Aufgeben getrocknet werden. Diese Klötze haben z. B. 8″ auf 8″ auf 7″ für geräumige Heerde; angewandt für minder große sollen sie Abmessungen von 8″, 6″ und 4″ haben.

Vielfach wird indessen die erdige Braunkohle auch, wie sie von der Grube kommt, also in ziemlich staubigem Zustande, verbrannt (Sachsen), wo dann die Rostspalten der liegenden Roste sehr schmal zu halten oder aber Füllöfen und Treppenroste anzuwenden sind.

Die Steinkohlen kommen entweder als Gerieß (Gruß, Schrot)

oder als Stückkohlen vor. Einen staubigen Gruß allein zu verwenden, ist nur bei fetten Kohlen möglich, aber nie rathsam, da dabei zuviel durch den Rost fällt; er soll immer mit gröberen Stücken bis zu Faustdicke untermischt sein. Die Stückkohlen müssen zerschlagen werden, so daß die größten Stücke auch nur eine Faust groß bleiben. Stückkohlen und grobe Koke sind den Heizern sehr erwünscht, weil diese Art des Vorkommens sowohl ein Zeichen der Güte des Brennstoffes ist, als er sich auch in dieser Form leicht verwenden läßt. Meistentheils werden die Stückkohlen zu groß in den Ofen geworfen, wodurch zwar später ein intensives Feuer entsteht, anfänglich aber viel verloren geht. Darum sollen auch die Koke nicht größer als eine Faust dick verwendet werden.

Zu massive und grobe Stücke des Brennstoffes werden nur außen von der Flamme angeleckt und entzündet, durch die Hitze aber entwickeln sich die brennbaren Gase im Inneren schon, und weil nun die Stücke selbst sowohl den Rost verlegen, also auch die Luft nicht an den Kern kommen kann, so muß die Verbrennung unvollkommen vor sich gehen. Dadurch nimmt die Dampferzeugung zuerst ab und steigert sich später, so daß dann leicht Dampf durch das Sicherheitsventil verloren geht.

Den Unterschied werden zunächst diejenigen Maschinisten erkennen, welche, wie z. B. auf den Eisenbahnen, durch Brennstoffersparniß eine Prämie verdienen können.

122. Um ein gutes Feuer zu halten, muß der Rost überall gleichmäßig mit Brennmaterial bedeckt und dieses nur in einer gewissen Dicke vorhanden sein. Die Dicke der Brennstoffschicht richtet sich nach der Entzündlichkeit der Materialien. Bei schwer entzündlichen muß sie am höchsten sein, z. B. bei der Koke. Bei Holz werden je nach der Dicke der Scheite zwei bis drei derselben über einander gelegt. Der Torf wird 8 bis 15 Zoll hoch aufgeschüttet. Steinkohlen sollen wenigstens 4 und höchstens 6 Zoll hoch auf dem Rost liegen; dagegen gibt man bei Koke der Masse eine Höhe von 15 bis 36 Zoll (Lokomotiven).

Keine Stelle des Rostes darf bloßliegen und Luft einströmen lassen, die nicht gleich mit Brennstoff in Berührung käme. Denn anstatt, wie es sein soll, die Verbrennung zu fördern, indem die Luft

zwischen dem Brennstoff durchstreicht, wird sie dann unnützer Weise durch das anderswo entstandene Feuer erhitzt und kann höchstens nur noch etwas zur stärkeren Verbrennung der Gase beitragen.

Manchmal bedürfen die entwickelten Gase noch einer besonderen Luftzuführung, um vollständig zu verbrennen. Man müßte also den Rost zunächst der Feuerbrücke unbedeckt von Brennstoff lassen, um daselbst die noch fehlende Luft zu erlangen. Das ist aber nicht leicht thunlich; überdies auch zu unsicher. Deshalb bringt man, wie schon in 59 bemerkt, und zwar mit vielem Vortheil, in der Feuerbrücke Luftpfeifen an, die vom Feuer ab schräg aufsteigend münden. Wenn man die hierdurch zuzuleitende Luft noch vorher erhitzt (durch die abgehende Feuerluft), so ist der Effect noch viel besser. Die Flamme wird bei solchen Feuern lang, da die Gase nun vollständiger verbrennen, und außer den Dämpfen nun mehr Kohlensäure entweicht.

123. Der Wärter darf nicht auf ein Mal zu viel Brennstoff nachlegen, sondern immer nur so viel, als zu einem Kräftighalten des Feuers gehört. Von dem Zustande des letzteren überzeugt er sich leicht durch Oeffnung des Drehthürchens *h*, Fig. 67 oder die dort angeführten Schaulöcher. Er hat jedes unnöthige Oeffnen der Heizthür zu vermeiden, denn dadurch entstehen dieselben Nachtheile, die der unbedeckte Rost mit sich bringt. Wie störend jeder kalte Luftzug auf das Feuer wirkt, ersieht sich schon daraus, daß wenn man das Oeffnen der Heizthür als Mittel anwendet, um das Feuer zu dämpfen, sobald mitten in der Dampferzeugung ein Stillstand der Maschine oder der Dampfconsumtion erfolgen muß; alsdann brennt das Feuer nur schwach, die kalte Luft bestreicht den Kessel und die Dampferzeugung hört fast gänzlich auf.

Das Schüren des Feuers muß so rasch als möglich vollführt werden. Zu dicke Lagen von frischem Brennstoff erkälten das Feuer, so daß die Verbrennung sich verlangsamt und unvollständig wird, daß viel Rauch entsteht und die Dampfspannung zurückgeht. Wenn dann nach einiger Zeit endlich die Masse recht ins Brennen geräth, steigt die Hitze wieder so stark, daß der Kessel leicht Schaden nimmt und die Dampfspannung über das Maß hinaus wächst. 6 bis 10 gute Schaufeln voll Steinkohlen auf die ganze Fläche des Rostes jedesmal reichen für die größten Feuer aus. Bevor die frühere La-

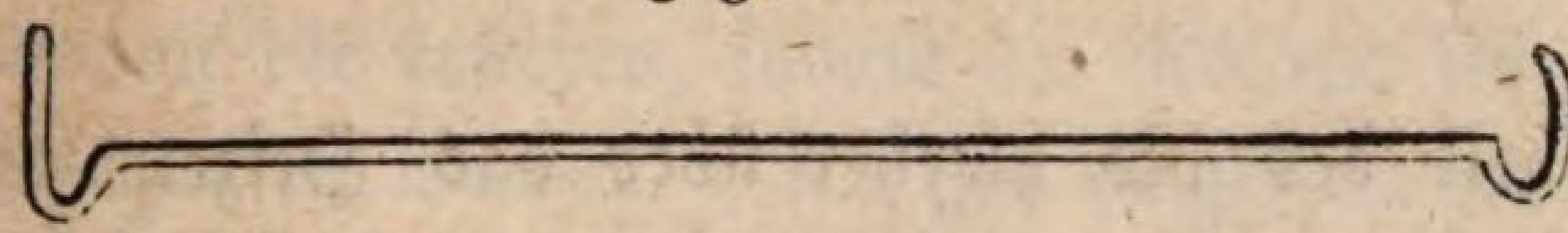
dung nicht ganz durchgebrannt, d. h. vollkommen ins Glühen gekommen und die Decke der Schicht nicht mehr schwarz ist, dürfen nicht neue Kohlen hinzugeworfen werden. Kohlen, die nicht backen, dürfen in stärkeren Ladungen als die backenden aufgegeben werden. Man darf wohl als Regel aufstellen, daß immer 3 bis 4 Ladungen beständig im Brennen bleiben sollen. Dabei wird die Zwischenzeit zweier Ladungen zwischen 10 und 20 Minuten betragen. Zu häufiges Heizen muß vermieden werden, weil dabei die Heizthür verhältnißmäßig länger offen bleibt als im anderen Falle; die eindringende Luft würde den Zug hemmen, das Feuer rauchig machen und dem Kessel schaden, besonders den Hochdruckkesseln. Liegen Niete und Plattenstöße direkt über dem Feuer, so soll vor dem Schüren jedesmal das Register fast geschlossen werden, was übrigens, wie schon weiter oben bemerkt, für Kessel jeder Art gut ist, indem dadurch das zu heftige Eindringen der kalten Luft vermieden wird.

Beim Beginn des Feuerns sollen die Ladungen noch kleiner als oben angegeben sein, und überhaupt das Feuer nicht zu sehr erzwungen werden, weshalb sich der Wärter frühzeitig genug einzufinden hat. Wenn er am Abend vorher die Register sowie die Aschenfallthüren gut geschlossen hat, so hat in der Regel der Dampf Morgens noch etwa $^1/_3$ der Spannung, die er am vorigen Abend hatte. Nach 20 Minuten langem Vorheizen ist die erforderliche Spannung meist erreicht. Es ist aber gut, beim Beginn der Arbeit $^1/_4$ bis $^1/_2$ Atmosphäre mehr Spannung zu haben, als über Tag erforderlich ist, weil der Dampfdruck bedeutend abfällt, wenn alle die über Nacht kalt gewordenen Maschinentheile (oder Heizapparate u. s. w.) zu Anfang erwärmt werden müssen.

Bei Anwendung von Backkohlen muß die ganze brennende Schicht jedesmal, ehe man eine neue Ladung gibt, aufgebrochen und aufgelockert, und die Krusten zerstoßen werden, damit der Luftzutritt erleichtert wird und die Asche ungehindert durch den Rost fallen kann. Man bedient sich zu diesem Aufbrechen eines zugespitzten Eisenstabes (Brecheisen), der eine Krücke oder Handgriff hat. Die Spitze auf dem Rost aufliegend, wird er geradeaus bis an die Feuerbrücke gestoßen und darauf in die Höhe gehoben, und so die Masse auseinandergebrochen. Wenn Schlacken den Rost verlegt hatten, so kom-

men diese als Kuchen dadurch obenauf zu liegen und werden sogleich schwarz; man zieht sie mittelst des Hakens, Fig. 152, bis auf die Feuerplatte, wo sie dann erkalten und bei dem nächstfolgenden Schüren herausgeworfen werden.

Fig. 152.



Nach dem Herausziehen der Schlacke müssen die Zwischenräume des Rostes offen sein, welches sogleich der helle Schein des Aschenfalles bekundet. Das Entfernen der Schlacken muß nie zu lange verschoben werden, denn sonst entsteht Verschwendung an Brennmaterial und leiden die Roststäbe. An den Stellen nämlich, wo die Schlackenkuchen den Zutritt der Luft hemmen, erhitzen sich die Stäbe sehr stark und verbrennen leicht.

Asche und kleine Zinders, welche die Rostöffnungen verlegen, sind bei den Oefen mit Schüttelrösten (47) leicht zu entfernen. Der Heizer bewege hier von Zeit zu Zeit und jedes Mal vor dem Schüren den Hebel *l*.

124. Wenn die Roststäbe im Verhältniß zum Brennstoff nicht zu weite Zwischenräume haben, der Ofen überhaupt gut ist, und das Feuer regelrecht geschürt wird, so fallen sehr wenig brauchbare Kohlenstücke oder Zinders in den Aschenfall, und es lohnt sich nicht der Mühe, dieselben auslesen zu lassen. Eine Feuerung, wobei solches Durchfallen dennoch stattfindet, müssen wir als nicht gelungen oder als sorglos betrieben betrachten. Alle Oefen der stationären Maschinen können, das Brennmaterial sei welches es wolle, so eingerichtet werden, daß in den Aschenfall nur Asche, Schlackenstücke, überhaupt unbrauchbare Theile fallen; demgemäß der Besitzer nie ruhen soll, bis er diesen Zustand des Ofens erreicht hat. Nur auf Schiffen und Dampfwagen kann man nicht so genau darauf halten, weil die beschränkenden Umstände manche Unregelmäßigkeit nothwendig mit sich führen.

Die Asche darf sich nicht zu hoch im Aschenfall anhäufen, sie soll nie näher an den Rost kommen, als bis zu 2′ Abstand; denn anderenfalls wird die Luft durch die Verkleinerung des Kanals am Einströmen gehindert, und die strahlende Hitze der glühenden Asche verdünnt noch die einströmende Luft.

B. Wartung der schon gebrauchten Kessel im gewöhnlichen Betriebe.

125. Ein großer Theil des bis hierher über das Heizen Erwähnten findet ganz gleiche Anwendung bei den im gewöhnlichen Betriebe stehenden gebrauchten Kesseln, z. B. Beobachtung des Wasserstandes, Behandlung der Brennstoffe u. s. f.

Haben gebrauchte Kessel längere Zeit außer Gebrauch gestanden, so sind sie mit derselben Vorsicht wie neue Kessel anzuheizen. Rascher schon kann das Anfeuern geschehen, wenn sie kürzere Zeit, z. B. über Sonntag, gestanden haben. Der Wärter muß indessen mindestens $1^1/_2$ Stunden, ehe Dampf gebraucht wird, das Feuern beginnen. Wird die Dampferzeugung nur eine Nacht hindurch unterbrochen, so muß der Wärter den Kessel während derselben schlecht geschützt haben, wenn er Morgens mehr als 20 bis 25 Minuten braucht, bis der Dampf die nöthige Spannung hat (123). Dies kann indessen nur von einem Dampfkessel und einem Feuer gelten, sind deren mehrere durch denselben Heizer zu bedienen, so gehört mehr Zeit, etwa $^3/_4$ bis 1 Stunde dazu.

126. Von dem Abblasen des Kessels und der Entfernung des Schlammes aus demselben war in 105 die Rede; diese Operationen sollen am Morgen geschehen, sobald das Feuer angezündet ist und die Dampfspannung zu wachsen beginnt. Sofort nach Beginn des Anheizens untersucht der Wärter die Probehähne, den Wasserstandszeiger, die Schwimmer, und öffnet den Hahn des Manometers, überzeugt sich, daß dessen Dampfrohr in kalter Nacht nicht etwa zugefroren sei. Abwechselnd mit dem Schüren des Feuers und dem Zulegen von Brennstoff besorgt er sodann die Vorbereitungen an der Dampfmaschine oder den Apparaten, welche die Dämpfe verbrauchen. Außer den Maschinen sind dieses wohl meistens Dampfheizungen, z. B. in Zuckersiedereien die Pfannen zum Kochen des Zuckers, in Färbereien die Kufen und Kessel, ebenso in anderen chemischen Fabriken Kessel aller Art, dann Dampfheizungen mit Leitungsröhren zum Erwärmen der Trockenkammer und Arbeitsräume, in Papierfabriken zum Trocknen des Papiers auf den Papiermaschinen. Meist stehen übrigens solche

Apparate unter der Aufsicht der besonderen Werkmeister oder Arbeiter; der Wärter hat dann nur die Sorge für die Dampfleitungen. An diesen hat er die Luft- und Condensationswasser-Hähne zu öffnen, wovon die ersteren, sobald die Röhren sich mit Dampf gefüllt haben, geschlossen werden. An gut eingerichteten Dampfleitungen sind diese Hähne jetzt durch selbstthätige Vorrichtungen ersetzt.

Wenn zwei oder mehrere Dampfkessel gemeinschaftliche Dampf- und Speisewasserleitung haben, so muß der Wärter besondere Vorsicht dafür anwenden, daß die Heizung in dem einen so rasch vor sich gehe, wie in dem anderen, und daß die Verbindungswege immer von vornherein ganz offen seien. Es sind uns Fälle vorgekommen, wo der eine Kessel schon Dampf von circa 3 Atmosphären, der andere aber noch kaltes Wasser hatte; und als nun der Wärter die Dampfventile der gemeinschaftlichen Leitung öffnete, erfolgte eine so rasche Verschluckung und Condensation des Dampfes in dem kalten Kessel, daß auf eine fast gefährliche Weise der Wasserstand im heißen Kessel abnahm. Das Wasser selbst wurde durch den heftig entweichenden Dampf mit fortgerissen und füllte den kälteren Kessel immer mehr. Als man die Druckpumpe Wasser zubringen ließ, ging auch dieses wegen des geringeren Druckes im kalten Kessel in diesen hinein, während das Steigventil des heißen Kessels gar nicht bewegt wurde.

Solche Vorgänge können bei zusammenarbeitenden Kesseln leicht eintreten und den Wärter in große Verlegenheit bringen. Wir rathen daher, die gemeinschaftlichen Dampf- und Wasserwege offen zu halten und in der Heizung der Kessel gleichen Schritt zu befolgen, damit sich der Druck und die Wärme ausgleichen.

127. Beim Anlassen der Maschine oder anderen Vorrichtungen muß das Oeffnen der Ventile vorsichtig und langsam geschehen. Hier zeigen sich die früher (85) erwähnten Sperrventile mit Schraubenbewegung als sehr vortheilhaft und bequem. Plötzliches Oeffnen des Abflusses kann Explosionen der Kessel nach sich ziehen; auch leiden dabei die Maschinentheile und Röhren, in welche der Dampf strömt, sehr leicht, die darin befindliche Luft wird erhitzt und ausgetrieben, es entstehen durch Condensation Stöße und Erschütterungen, die immer den Einrichtungen nachtheilig sind.

Soll der Dampfabfluß unterbrochen werden, so muß in allen

Fällen der den Kessel besorgende Wärter oder Heizer davon in Kenntniß gesetzt werden. Er soll dann den Zugschieber, dessen Handhabung von seinem gewöhnlichen Standorte aus möglich sein muß, sogleich schließen. In dem Falle, daß diese Dämpfung des Feuers noch nicht hinreicht, dürfen die Feuerthüren geöffnet werden, so daß nun kalte Luft einströmt. Daß der Wärter die Feuerthüren in solchen Fällen aufsperrt, ohne das Register größtentheils geschlossen zu haben, möge der Besitzer niemals zugeben. Denn die rasche Abkühlung des vorderen Kesselkopfes, der überdies sehr erhitzt ist, schadet dem Material des Kessels sehr. Diejenigen Besitzer, welche solches erlauben, werden bald bedeutende Reparaturen jener Stelle zu bezahlen haben. Das Register soll nur eben so viel offen bleiben, daß die Strömung vom Feuer nach dem Schornstein geht und die rußige Flamme nicht nach vorn herausdringt.

Anmerkung. Noch in neuester Zeit wurden wir in den oben ausgesprochenen Ansichten durch wiederholte Erfahrungen bestätigt. Ein Heizer z. B. hatte ein zu starkes grelles Feuer unter seinem Kessel aufkommen lassen. Um dasselbe zu dämpfen, öffnete er die Schürthür weit und warf mehrere Schaufeln nasse Kohlen auf. Sofort aber war der eben neu eingesetzte Kesselboden an mehreren Nietlöchern ausgerissen, und es begann ein starkes Lecken des Kessels. Häufiger als bei anderen Brennstoffen kommt solcher Uebelstand bei Anwendung von Steinkohlen vor, die durch ihre bedeutende strahlende Wärme die Kesselbleche über dem Rost sehr stark erhitzen.

Ein bei Torffeuerung dicht erwiesener Kessel zeigte bald nach Anwendung von Steinkohlen undichte Stellen an Nieten und Blechstößen über dem Feuer; diese schlossen sich vollständig bei wieder eintretender Feuerung mit Torf.

Bei einiger Dauer solcher Stillstände beginnt endlich dennoch das Sicherheitsventil abzublasen, was man aber ruhig geschehen lassen möge.

Ebenso mäßige man die Dampferzeugung mittelst des Registers, wenn sie durch ein unversehens zu grell gewordenes Feuer oder durch einen geringeren Dampfabfluß zu hoch angewachsen ist.

Daß zu der Wartung des Kessels eine fortwährende Kontrole des Wasserstandes, Ueberzeugung von der Beweglichkeit und möglichen Thätigkeit aller Apparate, das Ansetzen der Pumpe bei Wassermangel,

die Beobachtung der Dampfspannung neben der Besorgung des Feuers gehöre, versteht sich. In wie weit die Besorgung dieses Ganzen aber einem Manne oder mehreren Individuen übertragen und vertheilt werden muß, z. B. dem Maschinisten, den Heizern, ergibt sich jedes Mal aus den Lokalumständen.

128. Die Niederdruckkessel werden bekanntlich durch den Schwimmer (86) gespeist; ist dabei die Verdampfung rasch, so sinkt auch der Wasserspiegel ebenso und es erfolgt also bei diesen die Speisung von selbst zur rechten Zeit, nämlich dann, wenn die Hitze des Dampfes und damit seine Spannung größer wird.

Diesen Zeitpunkt hat der Wärter auch bei den Hochdruckkesseln abzuwarten oder durch geeignetes Heizen herbeizuführen. Da nämlich die Speisung hier selten eine fortwährende ist, die gerade in dem Maße, wie die Verdampfung und der Verbrauch an Dampf erfolgt, sondern von Zeit zu Zeit, z. B. alle 1/4 bis 1/2 Stunden, einzutreten hat, so wird durch das zugepumpte Wasser jedesmal eine ziemlich plötzliche Erkältung des Kesselwassers und der Dämpfe bewirkt. Der kältere Dampf hat geringere Spannung, kann also unter Umständen die Maschinen nicht mit der gehörigen Stärke in Umtrieb setzen. Es treten nun aber bei jedem Kessel, gerade wenn das Feuer recht durchbrennt, höhere Dampfspannungen ein, als sie die Maschine eigentlich gebraucht. Diese benutzt der Wärter, um alsdann die Speisepumpe anzusetzen und dadurch Wasser nachzufüllen. Oft muß er aber auch absichtlich das Feuer deshalb verstärken.

Bei solchen Maschinen, die mit ungleicher Kraftäußerung wirken oder nur in Absätzen arbeiten, z. B. bei Walzwerken, setzt man die Pumpe an, wenn die größte Anstrengung der Maschine vorüber ist, also nach dem Auswalzen der letzten Stäbe oder gegen das Ende desselben. Hauptbedingung ist dabei, daß die Speisewasser heiß seien; deshalb gebe der Wärter bei Hochdruckern nie viel überflüssiges Wasser in den Vorwärmer, da solches nur ungenützt erwärmt abfließt.

Bei Niederdruckmaschinen kann der Wärter sich eine Vorrichtung zum Heben des Hebelgewichtes *h* in Fig. 95 und 96 herstellen, um dieses zu lüften, oder auch ein Gewicht an den Draht *f* des Schwimmers hängen, wodurch sogleich Wasser in den Kessel geht, sobald bei

einigem Stillstande kein Dampf entzogen wird. Dadurch verhütet er das Abblasen desselben aus dem Sicherheitsventil.

129. Mittelst der in 87 beschriebenen Speiseventile auf dem Kessel hat der Wärter die Wasservertheilung des von der Speisepumpe gelieferten Stromes bei gleichzeitigem Gange mehrerer Kessel zu bewerkstelligen. Ein gemeinschaftliches Druckrohr mündet in sämmtliche Speiseventile einer solchen Kesselanlage ein. Nun wird aber immer der der Pumpe zunächst gelegene Kessel bei gleicher Hubhöhe der Ventile aller Kessel mehr und zwar leicht fast doppelt so viel Wasser empfangen als der folgende, dieser wiederum mehr als der dritte. Um nun einem jeden im Verhältniß seiner Verdampfung bei regelrechtem Feuer Wasser zu geben, hat der Wärter durch Auf- oder Abdrehen der Stellschraube über dem Ventil *r*, Fig. 97, den Hub des letzteren zu begrenzen. Wir haben gefunden, daß bei zwei gleich großen Kesseln, die 10′ von Mitte zu Mitte entfernt waren, das Ventil des zweiten doppelt so viel Hub haben mußte, als das Ventil des der Pumpe näher liegenden Kessels.

Ist es nöthig, einen Dampfkessel in der Reihe von mehreren mit gemeinschaftlicher Speisung abzustellen, so wird auch das Speiseventil mittelst der genannten Schraube fest auf seinen Sitz gedrückt.

C. Das Abstellen der Dampferzeugung auf kürzere oder längere Zeit.

130. Wir rechnen dahin die Ruhe während der Mittagszeit, das Abstellen bei Feierabend (für die Nacht) und die Unterbrechung auf längere Zeit, z. B. in Brennereien, Rübenzuckerfabriken, Dampfmahl- und Oelmühlen oder ähnlichen Anlagen, die nur einen Theil des Jahres arbeiten.

Kurz vor dem Abstellen der Mittags- oder jeder anderen Zeit soll wenig geschürt werden. Dagegen wird vollauf Wasser gegeben, darauf zuerst das Register und dann die Dampfableitung geschlossen. So wird sich in den wenigsten Fällen die Dampfspannung so weit erheben, daß zuletzt das Sicherheitsventil gehoben und daselbst Dampf ausgelassen wird.

Ebenso wird es in den Pausen gehalten, die zu gewissen Zeiten

eintreten, z. B. für das Schmieren der Zapfen, der Maschinen der Triebwerke, in der Wechselzeit der Arbeiter und Maschinisten, Morgens und Abends (6 Uhr), wenn die Maschinen Tag und Nacht durcharbeiten. Nur findet bei letzterem der Unterschied Statt, daß der abgehende Heizer seinem Nachfolger ein reines klares Feuer hinterlassen muß, welches also vorher ordentlich gereinigt und gedeckt sein soll. Der antretende Wärter hat den abgehenden zu fragen, ob nichts Besonderes während der folgenden Schicht zu beobachten, kein Mangel oder Gebrechen irgendwo, oder auch nur der Anschein davon vorhanden sei.

Soll nur für mehrere Stunden gehalten („gestopft") werden, so wird das Register geschlossen, das Feuer mit nassen Kohlen stark gedeckt und dadurch gedämpft. Behufs des Wiederanlassens öffnet man das Register und bricht die Kohlenschicht einige Mal auf.

Für den Stillstand über Nacht hat der Wärter das Feuer gegen das Herannahen der Feierstunde, z. B. 20 bis 30 Minuten vorher, immer schwächer zu versorgen. Er soll sich bemühen, dann nur nothdürftig so viel Dampf zu erzeugen, als ohne Nachtheil für den Gang der Maschine möglich ist. Es bleibt nur ein geringer Theil brennender Stoffe auf dem Roste, die beim Arbeitsschluß herausgezogen und vor dem Aschenfall liegend mit Wasser abgelöscht werden. Alle Schlacken und Steine werden vom Roste abgekehrt, allzugroße Ansätze der Schlacken am Mauerwerk abgestoßen, und nun der Ofen geschlossen, namentlich die Heiz- und Aschenfallthür, vor allem aber das Register.

Das Wasser soll bis zum kürzeren Probehahn reichen oder $1\frac{1}{2}$ bis 2″ über dem mittleren Wasserstande stehen. Wenn es dem Heizer obliegt, den Brennstoff herbeizuschaffen, so muß er auch noch dafür vor seinem Weggange sorgen; und bedarf der Brennstoff des Netzens, so ist das noch wenigstens mit einem Theil desselben vorzunehmen.

Feuer und brennende Kohlenreste dürfen nur nahe vor oder in dem Aschenfall liegen, vom Brennmaterial entfernt, so daß keine Feuersgefahr zu besorgen ist. Manche Industrielle finden es vortheilhaft, die Feuer während der Nachts- und längeren Pausen unter oder in den Kesseln zu lassen, d. h. zu „dümmeln". Dabei

werden die brennenden Kohlen an eine Seite des Rostes gebracht und ganz hoch mit nassen Kohlen überdeckt, der Zugschieber beinahe völlig geschlossen, die Heizthür angelehnt gelassen. Das Feuer schmort langsam, seine Gase können nach Schornstein oder aus der Heizthür entweichen. Beim erneuten Heizen bricht man die Kohlenmasse auf, bringt sie auf die gereinigte Rosthälfte 2c. Kessel des cornischen Systems von 700 Quadratfuß (69 □^{m}) Heizfläche ergaben in dieser Art behandelt Ersparniß von circa 250 Pfund Steinkohlen pro Nacht des Stillstandes gegen das sonst übliche Ausziehen und Wiederanzünden des Feuers.

131. In gleicher Weise wird vor Sonn- und Feiertagen abgestellt, außerdem alle Geräthe gehörig bei Seite gebracht, das Kesselhaus gekehrt, die Apparate des Kessels abgestäubt und gut abgeputzt, damit nicht Fett, Wasser und Eisenrost sich festsetzen und nachtheiligen Schmutz verursachen. Weil nämlich der Kessel in Ruhe kommt und fast ganz erkaltet, so erhärtet jener sonst daran und läßt sich später nicht gut beseitigen.

Hat man die Absicht, den Kessel am folgenden Tage zu reinigen, so lüftet man, nachdem der Dampf so weit als thunlich aufgearbeitet wurde, die Sicherheitsventile (über denen sich im Dache Luken befinden müssen) und sperrt sie auf, öffnet das Ausblaserohr (105) und die Entleerungshähne, oder stößt den Zapfen in den Kessel. Durch den noch herrschenden Druck und die Wallungen im Kessel wird dann ein großer Theil der Unreinigkeiten gelöst und sofort herausgetrieben. Heizthür, Aschenfall und Register sind geöffnet. Sobald alles Wasser aus dem Kessel ist, werden noch die Putzlöcher aufgemacht und dadurch möglichst viel Strömung kalter Luft nach dem Schornstein verursacht, denn es ist nun Zweck, den Kessel am folgenden Tage kühl zu haben. Oft gelingt es hiermit noch nicht ganz, und man muß noch kaltes Wasser in den Kessel laufen lassen, welches am nächsten Morgen ausgelassen wird. Wenn die Mauern der Züge recht dick sind, so bleiben die Kessel dennoch oft so warm, daß die Arbeiter wirklich viel Beschwerde und Hitze bei der Reinigung ausstehen müssen.

Auf den Schiffen wird der Dampf allabendlich abgeblasen, da hier nach jeder Tagesfahrt Arbeiten vorkommen, die das Einsteigen eines Heizers oder Essenkehrers erfordern, z. B. Verlegen des Rostes

(46), Ausbesserung rinnender Stellen, der Feuerbrücke, Reinigen der Züge oder gar des Kessels selbst. Das durch den abgehenden Dampf und das Abblasen des schmutzigen Wassers (vom Boden des Kessels) verloren gehende Wasser wird durch Nachpumpen mit der Hand wieder ersetzt.

132. Wenn ein Kessel längere Zeit außer Gebrauch bleiben soll, so hat man den Dampf und das Wasser wie vorhin abzulassen, den Schlamm und Stein aus dem Inneren zu entfernen, den Rost herauszunehmen und alle Züge tüchtig zu reinigen. Mangelhafte Stellen im Gemäuer müssen sogleich ausgebessert werden, damit sie Zeit behalten, gut auszutrocknen. Vorher aber sind alle Apparate auf dem Kessel, wenn die Theile noch warm sind, zu reinigen, mit Ausnahme der Verbindungskränze auseinanderzunehmen und abzuwischen, weil dieses besser geht, so lange die Stücke warm sind. Die Dampfventile werden geöffnet, abgespült und getrocknet, ebenso die Sicherheitsventile; die Stopfbüchse des Schwimmers gelöst, die Packung herausgenommen, die Büchse gereinigt und leer gelassen. Probehähne, Wasserstandszeiger, Wasserrohr und Ventil müssen von schlammigem oder trübem Satz befreit werden. Die so gereinigten Theile, namentlich Stopfbüchsen, Schrauben und Charniere, werden mit reinem Knochenöl oder gutem Talg (letzterer erwärmt) angestrichen und lose zusammengestellt. Ehe diese Zusammenstellung erfolgt, muß das ganze Lokal von Asche und Staub gesäubert sein. Es ist auch gut, dem Kessel im Inneren einen Anstrich von Oelfarbe (d. i. Leinöl und Mennige) zu geben, sobald er vollständig gereinigt ist. Dies verhütet nämlich alles Rosten desselben, und beschränkt (wenigstens anfänglich) das Ansetzen des Kesselsteins. Auch rathen wir dazu, einem jeden neu zu setzenden Kessel einen solchen inwendigen Anstrich zu geben.

Wir machen die Besitzer von Dampfkesseln besonders darauf aufmerksam, in der Winterzeit niemals einen Kessel so lange mit Wasser kalt stehen zu lassen, daß es im Inneren gefrieren könnte. Beispiele haben uns gezeigt, daß gute, starke Röhren, die nur zur Hälfte mit Wasser gefüllt waren, dennoch durch das Gefrieren gesprengt und undicht gemacht wurden. Die blanken Theile der Kesselausrüstung sind vor andauernden Stillständen sorgfältig zu putzen, also auch äußerlich in guten Zustand zu versetzen, dann leicht mit Fett abzu-

13*

reiben und darauf in Packleinen einzuwickeln und einzunähen. Dies bezieht sich also auf die Wasserstandszeiger, Manometer, Messinghähne aller Art, die Schneiden des Schwimmerbalanciers u. s. f. Das sorgfältig gekehrte und gesäuberte Kessellokal wird dann verschlossen und kann nun ohne Besorgniß vor Verderb der Theile sich selbst überlassen bleiben.

D. Das Reinigen der Kessel und das Ausbessern gewöhnlicher Beschädigungen.

133. Das Reinigen der Kessel erfordert des Wärters angelegentliche Sorge. Ein Kessel, der in diesem Punkte vernachlässigt wird, kann nicht ökonomisch geheizt werden, und ist nie von langer Dauer.

Jedes Speisewasser enthält mehr oder weniger aufgelöste Salze oder erdige Beimengungen. Bei der fortwährenden Verdampfung bleiben diese in dem Kessel zurück und zwar als erdiger Satz, Schlamm oder als Kesselstein (Pfannenstein), der fest an den Wänden haftet. Die Nachtheile solcher Anhäufungen sind mancherlei Art; zunächst erfordert die Dampferzeugung mehr Brennstoff, denn es wird durch jene Niederschläge, namentlich durch den Stein, die Wanddicke vergrößert, und dadurch das Durchdringen der Wärme zu dem Wasser gehindert. Nimmt die Dicke des Steins noch mehr zu, so findet bald die Abkühlung der Eisenplatten durch das Wasser nicht mehr genügend Statt, so daß dieselben glühend werden können. Es kann dabei der Fall vorkommen, daß die Rinde endlich losspringt (bei lange geöffneter Heizthür und vorherigem starken Feuer); dadurch kommt die Eisenplatte plötzlich mit Wasser in Berührung, und es kann dann eine sehr gefährliche Dampfbildung, ja eine Explosion des Kessels entstehen. Denn bei solcher plötzlichen, massenhaften Dampfbildung unter Wasser hat man alle Sicherheitsapparate für die Beseitigung des Dampfes häufig unzureichend gefunden.

Im günstigsten Falle leiden die Kesselbleche durch solche außerordentliche Erhitzungen, sie verziehen sich, werden bauchig. Rothwarmes Eisen hat außerdem nur $1/6$ der Festigkeit des kalten.

Wartet man zu lange mit der Entfernung des Kesselsteins und des Schlammes, so wird das Wasser trübe und dick, die fortgehenden

Dämpfe reißen von jenen Substanzen mit sich, es versetzen sich die Dampfventile, die Schieber der Maschine werden geritzt und undicht, und ebenso leiden die inneren Theile der Maschine, insbesondere, wenn solche eine horizontale ist. Endlich setzen sich die Stoffe in den Ableitungsröhren, den Vorwärmern, Siedepfannen u. s. w. ab und verursachen dort störende Verstopfungen. An den Sicherheitsventilen schaden die erdigen Theile dadurch, daß sie sich zwischen Ventil und Sitz legen, sobald das Ventil einmal gelüftet wird. Dann entsteht gewöhnlich ein fortwährender Dampfverlust durch jene Ventile, der, wenngleich gering, doch immer ein Verlust ist, hauptsächlich aber durch das Feuchtmachen des Kessellokals und das unausgesetzte Geräusch schadet und stört.

134. Zur Verminderung des Kesselsteins haben wir das Ausblasen mittelst eines besonderen Rohres oder auch der Wasserzuleitung (105) angerathen; es ist auch schon in 126 bemerkt worden, wann solches am besten zu geschehen habe. Dieses Mittel reicht aber nicht aus, um die Festsetzung des eigentlichen Steins zu verhindern, es macht die Hauptreinigung nur *seltener* nöthig. Das Speisewasser ist nach Möglichkeit rein zu nehmen, zu filtriren durch Stein-, Kies- und Abfallkoke-Schichten, zu reinigen in den Vorwärmern. Die Dampfkessel soll man nie ganz kalt werden lassen, außer dann, wenn sie gereinigt oder reparirt werden müssen. Dampfkessel, welche jede Nacht außer Thätigkeit waren, jede Woche einmal ganz erkalteten, hatten feste Steinkrusten angesetzt, während Kessel mit demselben Wasser gespeiset und fortwährend im Gange erhalten (zum Gebläsebetrieb) nur losen Schlamm enthielten.

Man hat so viele Mittel versucht, das Ansetzen von Stein zu verhindern, ihn zu lösen und wegzuschaffen, daß deren Beschreibung hier zu weitläufig ist. Sie haben sich außerdem mehr oder weniger als unvollkommen, die meisten als auf die Dauer unzureichend und nutzlos erwiesen und am Ende mußten die Kessel doch wieder auf gewöhnliche Art gereinigt werden. Blechschnitzel und gestoßenes Glas wurden in ziemlicher Masse (centnerweise) dem Wasser beigegeben, damit solche, den Wallungen des Wassers folgend, mit ihren scharfen Kanten die Wände kratzen und rein erhalten sollten. Eine Zeitlang wirken diese Mittel wohl gut; wenn sich aber Schlamm und Stein

ansammeln und das Wasser verdicken, so folgen jene Körper den Bewegungen desselben nicht mehr, sondern legen sich fest auf den Boden und wirken sodann erst recht nachtheilig; es brennt dann die ganze Masse fest, und der Kesselboden leidet sehr, es entstehen Risse, Beulen. Am meisten geschieht dies bei den Glasscherben. Wir halten gar nichts auf diese Vorschläge und können, auf Erfahrung gestützt, nur vor deren Anwendung warnen. Bei starker Dampfströmung wurden in uns bekannten Fällen von jenen Theilen sogar einige fortgerissen, und beschädigten Sicherheits- und Dampfventile.

Nicht mehr Nutzen gewähren Blechgefäße mit flachen oder dem Kessel gemäß gebogenen Böden, die man in den Kessel stellt. In ihnen sollen sich die erdigen und salzigen Theile absetzen. Man würde dann alle acht Tage oder oft noch früher den Kessel öffnen und die Gefäße ausleeren müssen. Da aber der Kesselboden immer tiefer liegt, als jene Gefäße, und die ganze vom Wasser benetzte Fläche desselben immer drei- bis viermal größer bleibt als die Fläche derselben, so ersieht man bald, daß dieses Gegenmittel ein sehr schwaches ist. Man hat aber jetzt an verschiedenen Orten in Frankreich und Oesterreich wieder zu diesem Mittel zurückgegriffen, stellt die Mulden aus dünnem Blech im Kessel excentrisch zur Bodenwand auf, unten weiter davon ab als an den Oberkanten, die ungefähr bis zur Abdeckung des Zugkanals reichen. Auch werden noch 130^{mm} weite Röhren auf die Muldenböden gesetzt. Die hierdurch erzielte Wasserströmung bringt den Salz- und Erdgehalt in den ruhigen Wasserkern der Mulden, wo er sich, ohne fest zu werden, ablagert.

Ein Kessel (bei G. Sigl in Wien) soll nach dreiwöchentlichem Betriebe keine Kesselsteinschicht, sondern ganz blank geriebene Fläche auf Kesselboden gezeigt haben.

135. Die vorhin genannten Mittel wirken rein mechanisch auf den Kesselstein. Man hat aber auch gesucht, das Festsetzen oder vielmehr das Anbrennen und Festhalten des Kesselsteins zu verhindern, indem man dem Kesselwasser gewisse organische Körper zumengte, z. B. Kartoffeln, Kleien, Mehl. Die Wirkung dieser Stoffe besteht darin, daß das darin enthaltene Stärkemehl mit dem kochenden Wasser einen Kleister bildet, der sich zunächst auf den Wänden ansetzt und dort einen Ueberzug bildet; auch hindert dieser Kleister die Vereini-

gung der ausgeschiedenen Erdtheilchen. Setzen sie sich nun aber dennoch wirklich zu einer Kruste zusammen, so ist doch zwischen derselben und dem Kesselblech die Schicht harten Kleisters, der man ein leichtes Losspringen der Steinrinde verdankt, sobald man diese abzumeißeln sucht.

Wir haben es für sehr gut gefunden, nach jedesmaliger Reinigung des Kessels je nach dem Steingehalt des Wassers Kartoffeln einzugeben, z B. auf 8 bis 12 Pferdestärken 1 bis $1^1/_2$ Centner. Weil der Wärter immer weiß, wie oft das Reinigen des Kessels nöthig ist, so gebe er 2 bis 3 Tage vor demselben nochmals jenes Quantum von Kartoffeln in den Kessel. Obschon man denselben keine auflösende Kraft zuschreiben kann, so haben wir doch gesehen, daß sich der Kesselstein alsdann leichter löste.

Ein viel angewandtes Gegenmittel enthielt zum größeren Theil gewöhnliches Harz.

Dieselbe, oder wohl eine stärkere Wirkung gibt viel billiger ein Zusatz von Lohrindenbrühe zu dem Kesselwasser. In den Vorwärmer einer 12pferdigen Hochdruckmaschine hängte man in einem leinenen Sacke täglich ein Pfund frische, gemahlene Gerberlohe. Dieses Mittel verhinderte das Ansetzen von Kesselstein gänzlich. Alle erdigen salzigen Theile des Kesselwassers blieben in schlammiger Lösung. In Sägemühlen hat man das fortwährende Zuführen des dort so leicht zu habenden lohigen Wassers in den Vorwärmer oder überhaupt zum Speisewasser als Mittel zur fast gänzlichen Fernhaltung des Kesselsteins erprobt.

In Färbereien beobachteten wir als erfolgreichen Schutz gegen Steinansatz das Einbringen und Auskochen von Farbholzkloben.

Bei gypshaltigem Wasser stellte sich die Anwendung von Catechu und Kochsalz als wirksam heraus. Es wurden

1 Centner Catechu,
$^1/_4$ „ Kochsalz

in circa 1 Kubikmeter Wasser gelöst und davon auf 12,5 Kubikmeter Kesselwasser täglich 6 bis 10 Pfund zugesetzt; alte Steinrinden verschwanden bald nach Anwendung des Mittels.

Die Lösung wird durch den Vorwärmer der Speisepumpe zugeführt. Kessel mit engen unfahrbaren Röhren erfordern unerläßlich

die Anwendung dieses oder eines anderen guten Mittels, und zwar in verstärktem Maße im Vergleich mit anderen Kesseln. Daß man von dem Zusatz unorganischer Stoffe, die keine Zersetzung des Kesselsteins zu bewirken fähig sind, Resultate nicht erwarten kann, steht fest. Sie wirken wohl anfänglich durch Trennung der Kesselsteintheilchen, brennen zuletzt aber dennoch, also in vermehrter Masse mit ihnen fest.

Universalmittel gegen Kesselstein, so vielfach angepriesen, gewöhnlich zu übertriebenen Preisen, gibt es nicht, denn das würde voraussetzen, daß ein Wasser wie das andere sei. Da dem aber nicht so ist, so stelle man frühzeitig die Beschaffenheit eines nicht guten Kesselwassers durch eine chemische Untersuchung desselben fest. Die Chemie und die nun schon zahlreich vorliegenden Proben in Dampfkesseln zeigen dann zuverlässig, mit welchem Zusatz man zu operiren hat, um den Stein zu verhüten, um nur in Lösung bleibenden Schlamm zu erzeugen. Soda, Salmiak und Chlorbaryum, auch Salzsäure sind die wesentlich zur Anwendung gelangenden Mittel, die Zersetzung des Kesselsteins bewirken. Solche Zersetzung bildet einentheils Verbindungen, die in Kesselwasser gelöst bleiben, anderentheils solche, die nur in mechanischer Mengung mit Wasser stehen. Ihnen fehlt dabei die Eigenschaft, sich zu festem Stein abzusetzen. Chlorbaryum hat sich als das allgemein wirksamste Mittel bewiesen.

Der chemische Vorgang ist: Kalkverbindung, vorwiegend in Kesselstein und zwar als kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk (Gyps) werden zerlegt, es entstehen das im Wasser lösliche Chlorcalcium und ungelöster schwefelsaurer Baryt, der nicht anbrennt, wohl aber mechanisch hilft. Nicht immer aber löste es den kohlensauren Kalk gänzlich auf und da griff man zur Soda, nach deren Anwendung der Kessel so rein wurde, um nur mit $^2/_3$ des früheren Brennstoffs der Dampferzeugung zu genügen.

Ein entsprechender Satz ist: ein Pfund Chlorbaryum pro □meter Heizfläche und für 3 Wochen continuirlichen Kesselbetrieb. Die Kosten betragen circa 2 Silbergroschen pro □meter in dieser Zeit.

Somit sei hier nur der einzuschlagende Weg gezeigt, dem Kesselbesitzer die chemische Feststellung des Speciellen und das Nachschlagen in bezüglichen technischen Journalen empfohlen.

136. Ein in neuester Zeit aufgekommenes Mittel, ganz ver-

schieden von den bis hierhin angeführten, welches sehr gute Erfolge verspricht, besteht darin, das Speisewasser nicht direkt in den Wasserraum des Kessels zu leiten, wie wir es oben stets beschrieben haben, sondern dasselbe vor seinem Eintritt in den Kessel durch dampferfüllte Räume, welche nicht dem Feuer ausgesetzt sind, fließen zu lassen. In diesen schlägt sich dann fast sämmtlicher Kalk, welcher im Wasser enthalten ist, nieder, kann bei passenden Vorkehrungen leicht herausgenommen werden und läßt somit den Kessel schlamm- und steinfrei. Schon ein kleiner Versuch in einer Glasretorte zeigt das rasche Niederfallen der erdigen Beimengungen des Wassers, wenn es durch hoch temperirten Dampf geleitet wird. Im Großen hat Henschel einen senkrecht über dem Kessel angebrachten Dampfkasten mit Zickzackstufen als Reiniger benutzt, Sulzer wendet ein im Mauerwerk liegendes Dampfgefäß an, in welchem auf 3 bis 4 Platten das Wasser in dünner Schicht hin- und herfließen muß, ehe es in den Kessel gelangt. Auf den Stufen und Platten legt sich der Kesselstein pulverig nieder; von Zeit zu Zeit werden die so abgefangenen Massen herausgenommen, d. h. die Platten gereinigt. Bei einem Betriebe, welcher nie gestört werden darf, muß man für solche Fälle die Speiseröhren so einrichten, daß man für kurze Zeit auch direkt in den Kessel speisen kann. — Wohnlich läßt das Speisewasser auf spiralförmig gewundener Fläche um einen Kern im Dampfraum herunterrieseln.

Tóth in Kecskemet hat Kesselsteinapparat, in dem der Abdampf von Hochdruck- oder wenig expandirenden Maschinen das Speisewasser bis zum Fallenlassen des Steines erhitzen. Sehr hartes Speisewasser der Kessel des Kaiserlich Königlichen Arsenals in Wien wird durch denselben erfolgreich — fast ganz von Stein befreit.

137. Wenn das Wasser eines Kessels abgelassen ist, so trocknet und brennt der Kesselstein durch die Hitze der nahen Umgebung des Kessels erst recht fest an. Ein Theil desselben wird nun dadurch abgesprengt, daß man — zur Abkühlung des Kessels für die Befahrung nöthig — einige Stunden nach der Entleerung kaltes Wasser einfließen läßt. Dieses möge in jeder Fabrikanlage so reichlich in Vorrath gehalten sein, um den Kessel ein-, auch zweimal zur gewöhnlichen Höhe zu füllen. Die letzte Füllung bleibt dann im Kessel.

Sobald der Kessel fahrbar ist, was meistens etwa 12 Stunden nach der Entleerung der Fall sein wird, muß das Losschlagen des Steins vorgenommen werden; dies thun die Wärter mit Hämmern, welche, nach Art der Steinhauerhämmer, meißelartige Schneiden haben. Damit muß nun die ganze innere Wand, so hoch das Wasser gestanden hat, bearbeitet werden, so daß die Steinplättchen abspringen. In der Höhe der Wasserstandslinie ist gewöhnlich sehr viel Stein abgesetzt, welcher um so vorsichtiger zu entfernen ist, als dort leicht eine Ueberhitzung der Platten dadurch veranlaßt gewesen sein kann. Hierbei sind aber die Stemmnähte und die Nietköpfe wenig oder gar nicht zu berühren. Denn bei scharfem Angriff derselben durch die Hämmer wird leicht die Dichtheit gestört. Der dort haftende Kesselstein blättert gewöhnlich bald nach Inbetriebsetzung ab. Sobald nun sonst überall die reine Metallplatte bloßliegt, reinigt man dieselbe noch durch tüchtiges Abbürsten mit Wasser und entfernt alle Unsauberkeiten aus dem Kessel, die groben durch das Mannloch, die flüssigen aus dem Zapfenloch. Weil der Kessel danach gewöhnlich noch so warm ist, daß die Feuchtigkeit rasch verdunstet, so kann ihm kurz darauf ein nicht zu starker Anstrich von Theer oder von Graphit mit Talg gegeben werden; man schließt den Ablaßhahn und beginnt die neue Füllung mit Wasser.

Wenn sich bei Maschinen Reservekessel befinden, so kann die Reinigung mit Muße und Sorgfalt vorgenommen werden; da aber, wo keine sind, und man nur einen Sonntag hindurch oder von Sonnabend spät bis Montag früh (36 Stunden) Zeit hat, muß man dem Wärter zwei oder drei Leute zugesellen, weil sonst die Reinigung übereilt wird. Ein- oder zweimal im Jahre sollten Generaluntersuchungen der ganzen Einrichtungen gemacht werden, wobei auch die Reinigung aufs Genaueste vorzunehmen ist. Wenn sich Feiertage in der Art nicht zusammenfinden, so wartet man die Zeit des Inventarisirens ab.

Der Besitzer des Dampfkessels oder die Vorgesetzten sollen es sich nicht verdrießen lassen, den Kessel von Zeit zu Zeit zu befahren, um sich von dessen Zustande zu überzeugen.

Es ist uns vorgekommen, daß Maschinenwärter unnöthiger Weise eine Kesselreinigung anordneten, nur um die hoch bezahlte Vergütung

dafür zu erlangen. Gegentheilig davon aber redeten Andere den Besitzern der Kessel Jahre lang ein, es sei der Kessel steinfrei. Da aber die Dampferzeugung stets vermehrten Brennstoff forderte und Beulen mit Rissen über dem Feuer entstanden, wurde Sachverständiger herzugerufen. Dieser erklärte allein auf Grund der Verkrustungen am Wasserstandsglase, den Hähnen hin, den Kessel für steinbelegt, und er hatte Recht.

Die Generaluntersuchung befasse sich außer mit dem Reinsein des Kessels noch damit, ob nicht ausgewaschene, vertiefte Stellen, z. B. neben den Plattenstößen und beim Eintritt des Speisewassers, vorhanden, ob die Flammröhren noch vollständig rund, die Wasserstandsröhren mit Schlamm verlegt sind.

138. Die Reinigung der Kessel auf chemischem Wege, nämlich mit Anwendung der so wohlfeilen Salzsäure, ist nur da möglich, wo der Kesselstein größtentheils kohlensaurer Kalk ist; darauf kann man den Kesselstein leicht untersuchen, indem man ihn mit verdünnter Salzsäure übergießt. Wenn er dabei stark braust, so ist viel kohlensaurer Kalk, ähnlich dem gewöhnlichen Kalkstein, vorhanden. Mischt man nun dem Kesselwasser ein gehöriges Quantum der genannten Säure bei, so löst diese den Stein auf, welcher dann mit dem abgelassenen Wasser fortgeht. Diese Methode ist indessen nicht so leicht und so gemächlich, als sie scheint. Ist der Besitzer nicht selbst Chemiker, so ziehe er wenigstens einen solchen zu Rathe, ehe er mit Salzsäure Versuche macht. In den schlesischen Grubenbezirken wird die Anwendung der Salzsäure mehrfach gefunden. Ueber Präpariren des Speisewassers mit Salzsäure auf der Grube Neu-Schunk-Olligschläger bei Commern spricht Director Haber im Polyt. Centralblatt 1865 und 1866.

Auffallende Beschädigung, d. h. Dünnerwerden der Blechwände in der Nähe der Speiserohrmündung hat man bei Kesseln nach Fig. 56, 60, 64 und 65 beobachtet. Die Erklärung dafür konnte nur in dem Gehalt von Pflanzensäuren des Wassers gefunden werden. Man verkürzte das Speiserohr im Kessel, so daß es das Wasser über dem Verbindungshals ausstieß, also in die mehr erhitzte und wallende Wassermasse. Nach mehrjährigem Betriebe waren dort aber keine Beschädi-

gungen zu entdecken. Demnach empfehlen wir in bezüglichen Fällen genaueste Untersuchung des Wassers und der Bleche (137).

139. Die Züge jedes stationären Kessels sollen jede Woche gereinigt werden; ebenso die Rauchrohre. Es sind zu dem Zwecke mehrere gute Reisig- oder Ginsterbesen mit langen Stielen in Bereitschaft zu halten. Bürsten aus Piassawa und aus geglühtem Stahldraht in Spiralen um Stangen, Drähte oder Drahtseile eingeflochten empfehlen sich insbesondere. Den hiermit losgeriebenen Ruß fegt man mit langgestielten Krücken oder Haken heraus. Aus den betreffenden Beschreibungen des vorigen Kapitels ergibt sich das Verfahren.

Wenn der Ofen ausbrennt, verschlackt oder zerbröckelt, so muß an den schadhaft gewordenen Stellen alsbald nachgeholfen werden. Die feuerfesten Steine des Ofens werden dabei ganz herausgebrochen, und ein neues Futter, 1 Stein dick, vorsichtig eingesetzt. Ist die Zeit nicht ausreichend, um solche Reparatur durch Luftzug zu trocknen, so muß jedenfalls das Feuer sehr gelinde angemacht und anfangs langsam geschürt werden.

Auf den Dampfschiffen werden die Züge mindestens alle drei Tage geputzt; kann es öfter geschehen, so ist's besser.

Die Schiffskessel mit engen Heizröhren (21) wie die Lokomotivkessel müssen so oft als es angeht gereinigt werden, indem sich in den engen und langen Röhren leicht viel Ruß und Asche niederlegt, welches dann die Dampfbildung sehr beeinträchtigt. Man bedient sich zum Auskehren der Röhren eines runden Wischers mit langem Stiel, mittelst dessen der Ruß in die Rauchkammer und in den Heizraum gekehrt wird, von wo er dann leicht weggeschafft werden kann.

Viertes Kapitel.

Von den außergewöhnlichen Zuständen und Arbeiten an den Kesseln.

---

140. Die hier zu besprechenden Fragen lassen sich in verschiedene Rubriken ordnen, und zwar sind dies in Kürze die folgenden:

A. Rinnen oder Lecken des Kessels.

B. Wassermangel und dessen Folgen für den Kessel.

C. Springen oder Bersten (Explosion) des Kessels.

D. Feuersbrunst im Kessellokale und den zugehörigen Fabrikräumen.

A. Rinnen oder Lecken des Kessels.

141. Das Rinnen oder Lecken eines Kessels, auch Schweißen genannt, kann in zweierlei Art an einem Kessel vorkommen, nämlich: a) bei ganz neuem Kessel, welcher noch nie der Wärme (obwohl der Wasserprobe) ausgesetzt war; b) an gebrauchtem Kessel, und dafür finden wir die Gründe in schlechten Stellen der Bleche, der Einwirkung des Feuers, sowohl bei guter Führung, öfter aber bei unvorsichtiger, wo Anhäufung von Kesselstein, Wassermangel, fehlerhafte Ofenkonstruktion die Schuld tragen.

In den meisten Ländern besteht die Verordnung, daß jeder neue Kessel auf einen $1^1/_2$- bis 3mal so starken Druck geprüft werden soll, als er im gewöhnlichen Gebrauche auszuhalten hat, und für den er berechnet ist. Diese Proben werden mit der Druckpumpe gemacht, wobei die Sicherheitsventile des Kessels eben mit dem $1^1/_2$- bis 3fachen

berechneten Gewichte belastet sind*). Es ergeben sich bei so enormem Drucke gegen das Ende der Probe an jedem Kessel Stellen, an denen das Wasser in den feinsten Staub zertheilt oder in kleinen Tropfen herausgetrieben wird; vorzugsweise sind das die Fugen, weniger die Nieten oder gar Stellen inmitten der Bleche. Wenn das herausgetriebene Wasser nur in Form von Nebeln, Perlchen hervortritt, so hat das nichts zu sagen, und man kann den Kessel getrost in Gebrauch nehmen. Denn erstlich soll ja der Kessel niemals einem solchen Drucke ausgesetzt werden, und zweitens verstopfen sich jene feinen Oeffnungen bald durch Rosten des Eisens. So wie aber das Lecken bedeutender ist und das Wasser eigentlich herausfließt oder strömt, hat der Kesselfabrikant durch Stemmen oder Ersetzen der schadhaften Stücke nachzuhelfen.

142. Wir setzen also voraus, daß jeder in Gebrauch zu nehmende Kessel die Probe gut bestanden habe, also im kalten Zustande

---

*) Die französische Regierung läßt seit 1852 die Kesselproben nicht mehr unter Belastung des Sicherheitsventils, sondern mit Anwendung Bourdon'scher Metallmanometer vornehmen, wobei nach einem Bericht von Bougarel folgende Vorzüge der älteren Methode gegenüber erreicht werden: 1. Die neue Versuchsmethode beseitigt die Unsicherheit der Messung, welche bei den Sicherheitsventilen fast unvermeidlich ist; 2. wenn ein Bruch vor Erreichung des Spannungsmaximums eintritt, so weiß man genau, bei welchem Druck derselbe erfolgte, was bei der Sicherheitsventilprobe nicht der Fall ist; 3. man vermeidet den schädlichen Stoß des Wassers gegen die Kesselwände, welcher beim Zufallen des ein wenig in die Höhe getriebenen Ventils eintritt; 4. niemals kann der Wasserdruck unbemerkt über die gesetzliche Höhe getrieben werden, was bei der Ventilprobe wegen Anhaftens des Ventils leicht geschieht; 5. Irrungen und Betrug sind unmöglich gemacht; 6. endlich kann, wenn eine Verschraubung des Kessels, der Druckpumpe oder der Röhren in dem Augenblicke undicht wird, wo der gesetzliche Druck eben erreicht werden soll, und der Kessel bis dahin sich gut bewährte, die Probe als gültig angenommen werden, was bei der Ventilprobe nicht geschehen kann, da dieselbe nicht angibt, wie nahe man dem Druckmaximum gekommen ist.

Hier anschließend sei bemerkt, daß Sicherheitsventilproben der gewöhnlichen Art wirklich ungenau sind. In einem solchen Falle sahen wir das Manometer erst $^3/_4$ des Druckes zeigend, als das für voll (= 1) belastete Sicherheitsventil sich hob und so die Zunahme des Druckes vereitelte.

als dicht erkannt sei. Das Heizen und die oft erfolgenden Abkühlungen verändern aber gar sehr die Beschaffenheit eines Kessels; denn zunächst wird derselbe nach jeder Richtung hin ausgedehnt, dann erleidet er Stöße (Ab- und Ansetzen der Dampfableitung), im Inneren lagert sich Stein ab u. s. f. Alsdann arbeitet also der Kessel unter ganz anderen Verhältnissen als bei der kalten Probe; und weil nun auch bei sorgfältig kalt geprüften Kesseln dennoch Explosionen vorgekommen sind, so hat man die kalte Probe ganz verwerfen wollen. Ein anderes Mittel zur Erprobung konnte aber bisher nicht mit gleich wenig Umständlichkeiten angegeben werden.

Zum Vornehmen genauester Druckproben empfehlen wir accurat gearbeitete Pumpen mit Sicherheitsventil und Manometer. Diese sind sehr compendiös eingerichtet, in solidem Holzkasten montirt, der mit Deckel verschließbar ist; durch so erzieltes geringes Gewicht von nur 70 Pfund ist der ganze Probirapparat leicht transportabel. Ein starkes Gummirohr, 12 Atmosphären aushaltend, geht von der Pumpe mittelst besonderen Anschlußstückes an den Kessel. Das Anschlußstück, später mit Stöpsel verschlossen, bleibt am Kessel.

Das Wegbrennen des Stemmbartes, das Loslassen eines einzigen Nietes, noch mehr aber ein Riß an einer Stelle oder gar das Durchbrennen eines Bleches, hebt die Wasser- und Dampfdichtigkeit auf und kann machen, daß der Kessel schweißt, tropft oder förmlich rinnt. Alles dieses ereignet sich an walzenförmigen Kesseln, wegen ihrer an allen Stellen gleichen Spannung der Bleche, minder oft, als an solchen mit einwärts gewölbtem Boden; dafür ist es an letzteren auch wieder von minderer Bedeutung, weil sie nur für Dampf von minderem, höchstens von mittlerem Drucke, gebraucht werden und daher weniger Widerstand brauchen. Auch kommt diese Erscheinung nicht an allen Stellen des Kessels gleich oft vor, sondern häufiger am Boden, als an den Seitenwänden oder gar an der Kuppel, aus dem Grunde, weil der Boden der Wirkung des Feuers viel mehr ausgesetzt ist, als jeder andere Theil des Kessels. Selbst am Boden unterliegt jener Theil, der sich unmittelbar über dem Roste befindet und daher von den aufsteigenden Flammen unmittelbar getroffen wird, besonders der gerade vor und über der Feuerbrücke befindliche, leichter einem Mangel an Wasserdichtigkeit, als jede andere

Stelle. Bei Kesseln mit eingedrücktem Boden werden jene Stellen des über dem Roste befindlichen Bodentheils, wo der Kessel auf dem Mauerwerke ruht, besonders leicht schadhaft.

143. Man bemerkt das Schweißen eines Dampfkessels, selbst wenn es an einer dem Auge zugänglichen Stelle stattfindet, meistens nur, nachdem das Feuer ausgegangen ist, weil während des Spiels der Flamme und der Wirkung der Gluth die durchsickernden Wassertropfen, wenn sie nicht gar zu groß sind und nicht gar rasch auf einander folgen, schnell in Dampf verwandelt werden; nur sehr starkes Tropfen wird auch während des stärksten Feuers wahrgenommen. Oft bemerkt man, selbst nachdem das Feuer ausgegangen ist, nicht unmittelbar, daß der Kessel schweiße, wenn dieses nämlich in so geringem Maße geschieht, daß sich die Tropfen nur sehr langsam bilden, und nur von Zeit zu Zeit einer derselben herabfällt. Aber der Mangel an Wasserdichtigkeit des Kessels an einer über dem Roste befindlichen Stelle verräth sich leicht aus dem Feuchtwerden der Asche; darum ist es räthlich, daß der Heizer täglich, wenn er daran geht, Feuer zu machen, die Asche untersuche, um zu sehen, ob sie völlig trocken sei oder nicht, und wo sich etwa eine feuchte Stelle findet. An den vermauerten Feuergängen erkennt man kleine Schadhaftigkeiten des Kessels überhaupt nur dadurch, daß sich die daraus hervorgezogene Asche feucht oder gar naß anfühlt. An den Stellen, wo der Kessel auf dem Mauerwerke aufsitzt, brechen die Ziegel bald aus, wenn sie vom durchsickernden Wasser getroffen werden. Die Schadhaftigkeit der Ziegel an solchen Stellen ist daher meistens ein Zeichen der nicht hinreichenden Wasserdichtigkeit des Kessels.

144. Ein leichtes Schweißen eines Dampfkessels ist zwar nicht unmittelbar gefährlich, kann es aber mit der Zeit werden, und muß daher sorgfältigst untersucht und nach Möglichkeit gehoben werden. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß an einer vom Feuer berührten und zugleich vom durchsickernden Wasser naß erhaltenen Stelle das Eisen schnell verbrennt, und daß demnach der Kessel an solchen Stellen bald so geschwächt wird, daß er den Druck des Dampfes nicht mehr auszuhalten vermag. Auch werden solche lecke Stellen von selbst immer mehr schadhaft. Rührt das Schweißen und Tropfen von einem Blechriß her, so ist mit der Zeit ein gänzliches Aufgehen des-

selben zu besorgen, worauf dann der Dampf mit Gewalt ausströmt und namhafte Beschädigungen anrichtet. Aber selbst wenn man derlei Unglück und ein Größerwerden des Schadens nicht zu besorgen hätte, so müßte man dem Schweißen doch schon darum abzuhelfen suchen, weil man zur Beheizung eines solchen Kessels mehr Brennstoff braucht, als zu dem eines ganz wasserdichten, indem das Verdampfen des Wassers außerhalb des Kessels dem Dampfverbrauche in demselben nicht zu Gute kommt.

145. Ein geringes Schweißen, gleich nachdem der Kessel vom Pfannenstein gereinigt worden ist, hat nicht viel zu bedeuten, denn es hört mit der Zeit auf. Ist dieses nicht der Fall, oder will man das Verlegen der schadhaften Stellen nicht der Zeit überlassen, so sucht man sich auf verschiedene Weise zu helfen. Man gibt eine Abkochung von Kleien mit etwas Kalk versetzt, oder ein wenig Salmiak, wohl gar eine kleine Quantität Pferdemist, ins Wasser, und erwartet von der Einwirkung dieser Körper auf das Kesselinnere die Herstellung der Dampfdichtigkeit. Oft muß man aber den Kessel ausleeren und ihn an den Stoßflächen der Bleche, wo das Schweißen bemerkt wird, nachdem man sie gut getrocknet hat, von innen mit einem aus Mennig und Leinöl zusammengesetzten Kitt überstreichen; man füllt gleich darauf das Wasser ein und erhitzt den Kessel, in der Erwartung, daß der Kitt durch den Druck des Wassers und des Dampfes zwischen die nicht gut aneinanderschließenden Bleche hineingetrieben werde, und so die beabsichtigte Wasserdichtigkeit bewirke. Die Wirkungen einer solchen Verkittung sind oft staunenerregend. Doch es hilft weder dieses, noch eins der vorhin angegebenen Mittel, wenn die Vernietung sehr mangelhaft ist, oder gar ein Blechriß vorkommt. Da bleibt nichts übrig, als den Kessel durch einen Mechaniker oder Kesselschmied ausbessern zu lassen. Nicht immer braucht man ihn aus dem Mauerwerke zu nehmen, sondern kann ohne dieses selbst einen nicht unbedeutenden Fleck mittelst Schrauben aufsetzen.

146. Das Aufsetzen dieser Flecke auf die äußere Kesselwand können wir nur in den Fällen billigen, wo es durchaus nicht thunlich ist, von innen eine Platte aufzusetzen, z. B. bei Siederöhren, bei Lokomotivkesseln in der Nähe des Rostes. Denn der Dampfdruck sucht beständig eine außen aufgelegte Platte vom Kessel zu entfernen,

wogegen er die innere stets fester aufdrückt (ähnlich dem Schluß des Mannloches); auch ist letztere dem Verbrennen nicht so ausgesetzt.

Die schlechte Stelle an dem Kessel oder den Siedern muß gehörig weit ausgehauen werden, so daß man ganz gesundes Metall an den Rändern hat; sonst würde dasselbe entweder beim Nieten oder nachher in der Hitze wieder einreißen. Auch darf man nie altes Blech über dem neu eingesetzten stehen lassen; denn da jenes nicht unmittelbar vom Wasser berührt und so gekühlt wird, so würde es bald glühend werden und verbrennen. Man meißelt demnach so viel aus, daß die bedeckende Platte nach allen Seiten circa $2^1/_4''$ vorsteht; indem man den Fleck und das Kesselblech entsprechend durchbohrt, kittet man beide mittelst guten Eisenkittes zusammen und zieht sie mit Schrauben fest gegen einander. Bei dem Bohren der Löcher darf man nie Oel an den Bohrer gießen, sondern man hat Seifenwasser zu nehmen. Der Eisenkitt würde sonst nicht haften, d. h. sich nicht mit den Platten durchs Rosten verbinden. Ist aber aus Versehen Oel an eine solche Stelle gekommen, so muß sie abgebrannt oder mittelst Pottasche, Lauge aus Pottasche oder Soda gereinigt werden. Man thut übrigens vor jeder Anwendung von Eisenkitt wohl, die Stellen zuerst mit Seifenwasser und dann noch mit verdünnter Salzsäure abzuwaschen.

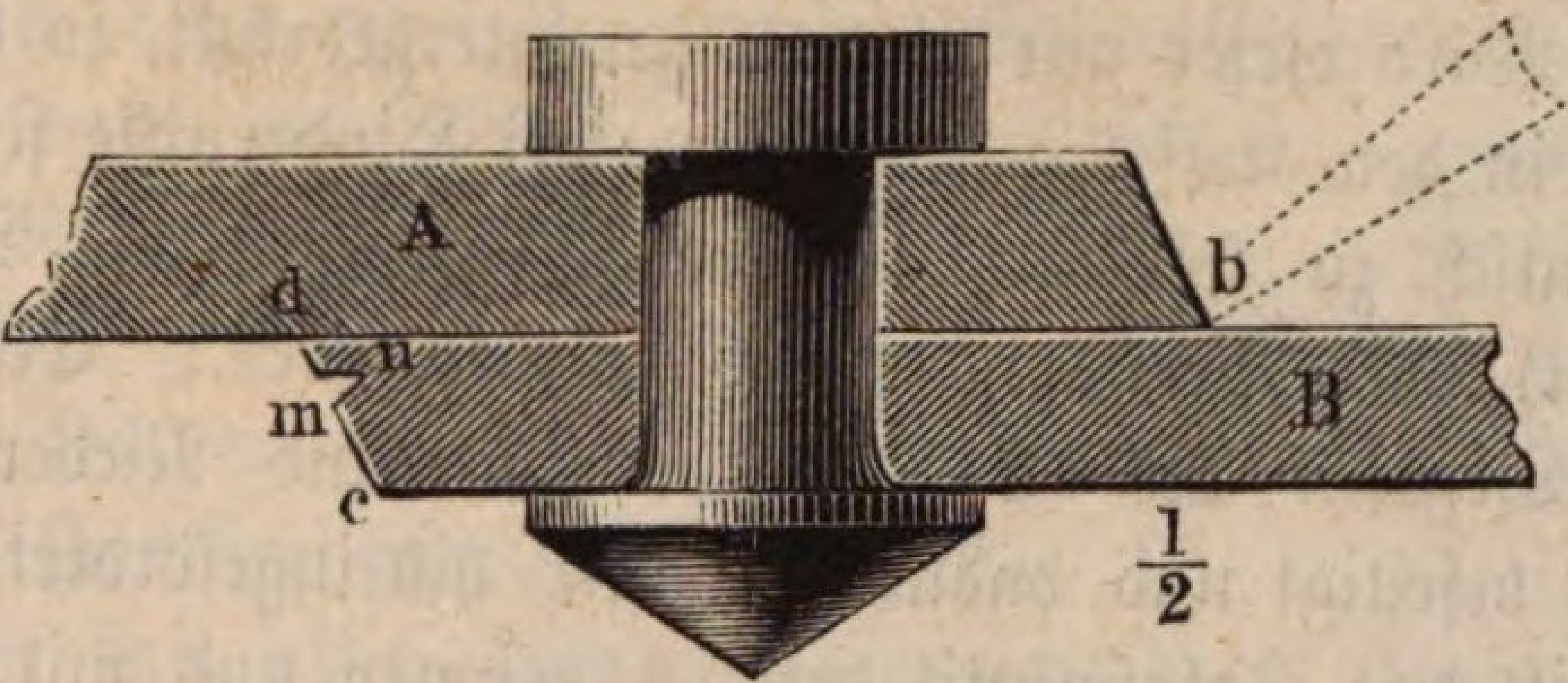
147. Im Allgemeinen rathen wir sowohl den Fabrikanten, als den Maschinisten, bedeutende Reparaturen, z. B. Einsetzen von fest zu nietenden Platten und von solchen, die größer als 1 □Fuß sind, nicht auf eigne Hand zu unternehmen. Solche Arbeit verrichten die Kesselschmiede sowohl rascher als auch sicherer. Die etwas größeren Kosten werden durch jene Umstände aufgehoben. Bei den durch solche Reparaturen gebotenen Stillständen finden auch Maschinist und Heizer Gelegenheit, alle übrigen Theile genau nachzusehen, zu reinigen und auszubessern. Es ist aber doch rathsam, sie den Kesselschmieden bei den Reparaturen zur Hand gehen zu lassen, indem dies mancherlei Gewinn bringt.

Die Besitzer von Siederkesseln nach französischer Art, Fig. 58 und 59, thun sehr gut, zwei Sieder in Reserve zu halten, um solche gegen die schadhaften rasch auswechseln zu können.

148. Das Stemmen an den Blechrändern kommt dem Maschi-

nisten manchmal vor; wir haben oft gesehen, daß diese Arbeit verkehrt gemacht wurde und danach auch höchst selten guten Erfolg hatte. Das Antreiben der Kante *b*, Fig. 153, an der Platte *A*

Fig. 153.



gegen die Platte *B* ist unzureichend, da sich dabei nur gerade die vordere Schärfe fest auflegt. Die eigentliche, gute Verstemmung sieht man an der Platte *B*. Daselbst ist zuerst der Länge der Kopffläche *cd* nach mit einem nicht allzuscharfen und breiten Meißel die Furche *m* eingetrieben, dadurch das Blech schon bei *n* aufgedrückt worden. Treibt man nun noch mit dem Stemmeisen den Bart *md* gegen *A*, so liegt ein größerer Theil von *B* fest auf *A* angepreßt. Die Furche *m* darf nicht sehr tief werden. Man nehme sich die Verstemmung, wie sie der Kesselfabrikant ausgeführt hat, zum Muster.

B. Wassermangel und dessen Folgen.

149. Der Wassermangel ist einer der schlimmsten Vorfälle, die bei Dampfkesseln eintreten können, weshalb auch zu dessen Verhütung die Beobachtung des Wasserstandes so dringend empfohlen wurde. Mit Recht kann man daher immer dem Wärter die Schuld beimessen, wenn jener wirklich vorhanden ist und schon übele Folgen nach sich gezogen hat.

Findet der Wärter, daß bei regelmäßigem Dampfverbrauche der Wasserstand fällt, trotzdem, daß die Speisevorrichtungen thätig sind, so hat er an diesen sogleich nachzusehen, und sobald er den Fehler nicht augenblicklich findet und heben kann, das Aufsichtspersonal davon zu benachrichtigen. Dieses muß dann einen etwaigen Stillstand des ganzen Werkes vorbereiten.

Die Untersuchung der Speisung bei Niederdruckern ist einfach; man sehe, ob die „Wasserzuleitung“ (siehe 86) in Ordnung ist, ob in das Wasserbecken fortwährend Wasser zufließt und solches nicht gänzlich durch den Ueberlauf fortgeleitet wird, ob der Schwimmer beweglich ist. Wird dieser mit Gewalt heruntergedrückt, so wird jedenfalls Wasser in den Kessel gehen; nur zwei Hindernisse sind da noch möglich: nämlich zu starker Dampfdruck (weshalb das Manometer zu beobachten) oder Verstopfung des Speiserohres. Ersteres wird bald durch Oeffnen des Sicherheitsventils und Niederhalten des Schwimmers beseitigt und dadurch Wasser hineingefördert. In letzterem Falle ist das Zulaßventil herauszunehmen und mit einem langen eisernen Stock das Rohr zu durchstoßen.

150. Wir nehmen für die Speisung der Hochdruckkessel eine Druckpumpe an, deren Zustand sehr leicht am Steigrohr erprobt werden kann. Entweder befindet sich an demselben ein Probehahn (der auch zum Netzen der Kohlen dienen kann), welchen man öffnet, wenn der Kolben in den Stiefel gedrückt wird; alsdann muß hier Wasser herausgetrieben werden, oder man setzt ein Eisenstäbchen, einen Meißel oder dergleichen auf das Rohr und stemmt solches gegen die Zähne des eigenen Mundes. Wenn hierbei nicht jeder einzelne Kolbenhub durch das Schlagen der Ventile scharf markirt wird, so ist sicherlich die Pumpe nicht in gutem Stande. Dann muß die Maschine abgestellt und die Pumpe untersucht werden. Oftmals hat sich eine Unreinigkeit an das Saugventil gesetzt, die an denjenigen Pumpen leicht beseitigt werden kann, welche mittelst Aufstoßen des Saugventils abgestellt werden. Indem man dieses einige Male hebt und darauf rasch fallen läßt, wird bei den verschiedenen Stellungen des Kolbens der hindernde Gegenstand meist fortgetrieben. Auch kann man bei derartiger Einrichtung das Ventil meistens mit der Hand erreichen und reinigen.

Die ausführlichere Beschreibung der Vorfälle an der Speisepumpe folgt im sechsten und siebenten Kapitel.

Der Wärter kann nach obigem finden, ob der Fehler an der Pumpe liegt. Beim Stillstehen der Maschine wird nach den im sechsten Kapitel zu gebenden Vorschriften verfahren; ist nach solchem Vorfall die Pumpe oder überhaupt die Speisevorrichtung wieder in

Ordnung, so muß man zunächst sorgen, die Maschine leer oder doch mit geringster Belastung gehen und nur stark und viel pumpen zu lassen. Kann man mit der Hand nachhelfen, so ist dieses mit Macht vorzunehmen. Dampfpumpen und Einspritzer (104 und 212a) sind heut zu Tage jeder bedeutenden Dampfkessel-Anlage zu eigen. Dadurch ist dann das Mittel gegeben, mit sehr geringem Dampfverbrauch den Kessel doch gehörig füllen zu können, was bei der Wältigung des stark gegendrückenden Dampfes für Heizer und Wärter zu anstrengend sein würde. Nur bei kleinern Kesseln findet sich zur Reserve die Handspeisepumpe.

Die jetzt fast allen Verordnungen über Dampfkessel gemeinsame Forderung zweier ausreichender Speisevorrichtungen muß als vollkommen berechtigt angesehen werden. Besitzer und Wärter der Kessel sollten aber nun durch regelmäßig (allwöchentlich) abwechselnden Gebrauch Beider sich von deren steter Zuverlässigkeit überzeugt halten.

Das Oeffnen des Sicherheitsventils bei eingetretenem Wassermangel ist nicht rathsam; man muß jede Verdampfung zu verhindern suchen und zwar ganz nach 127 verfahren.

151. Ist der Wassermangel so groß geworden, daß ein Bloßlegen des Kessels an den Zügen bald zu erwarten oder schon eingetreten ist, so muß die Pumpe augenblicklich, sodann die Maschine oder überhaupt die Dampfentziehung abgestellt, und dem Sicherheitsventil die Abführung des noch entstehenden Dampfes überlassen werden. Ein Kessel mit Kipprost wird bald durch dessen Niederlassen der Einwirkung des Feuers entzogen, dasselbe geschieht überall, wo die Entleerung des Rostes mit 2 bis 3 Zügen des Hakens zu bewirken möglich ist. Bei allen Kesseln sind die Heizthüren zu öffnen und durch die übers Feuer streichende kalte Luft eine Abschwächung dieses und so auch der Kesselhitze zu erzielen. Erst dann, und ohne das Feuer durch Aufrühren zu sehr zu entflammen, entferne man dieses, öffne die Reinigungsthüren der Züge. Sobald die Dampfspannung und Entwickelung nachläßt, pumpt man das fehlende Wasser (bis 2″ über den gewöhnlichen Stand) bei. Man kann hieraus abnehmen, wie gut es ist, entweder eine besondere Reservepumpe, die von der Hand bewegt wird, oder eine dazu dienende Einrichtung an

der Maschinenpumpe zu haben; sonst würde man genöthigt sein, das Mannloch zu öffnen und durch solches Wasser zuzuführen.

152. Die Folgen der zu großen Wasserverminderung sind für den Kessel nur nachtheilige; so lange aber noch keine Platten bloßgelegt sind, ist auch kein Schaden zu besorgen. Die bloßgelegten Stellen erhitzen sich oft bis zum Glühendwerden; in diesem Zustande hat das Metall lange nicht die Stärke wie gewöhnlich, es wird also dann leichter dem starken inneren Drucke weichen — zerreißen, oder wenn dies nicht geschieht, doch so leiden, daß immer Besorgniß zu hegen ist.

Derartige Fälle sind zum Glück selten, nach Eintritt eines solchen ist der Kessel überall genau zu untersuchen, speciell ob sich seine Form nicht durch Verdrückung verändert habe, Beulen, Risse entstanden sind, die augenscheinlich schlechten Stellen auszubessern und noch vor dem Gebrauch der Kessel einer Wasserprobe auf den $1^1/_2$- bis 2fachen Druck zu unterwerfen. Aus dieser ergibt sich, ob der Kessel ohne weitere Reparatur gebraucht werden darf oder nicht.

Weit schlimmere Zufälle treten ein, wenn in den ziemlich entleerten Kessel wieder plötzlich Wasser kommt. Alsdann entsteht nämlich eine so heftige Verdampfung, daß der Kessel dadurch der Gefahr der Explosion ausgesetzt wird. Das also halte man fest, daß man bei gefährlich tiefem Wasserstande nicht zuerst daran zu gehen hat, die Pumpe wirksam zu machen; es ist gut, wenn diese bei einmal eingetretener Gefahr bis zu Ende versagt, wo sie mit der Maschine außer Thätigkeit kommt.

C. Zerspringen oder Bersten (Explosion) der Kessel.

153. Das Schlimmste, was mit einem Dampfkessel geschehen kann, ist das Bersten oder Zerspringen desselben, weil dabei nicht bloß der Kessel zu Grunde geht, sondern oft auch das umgebende Gebäude Schaden leidet, Maschinentheile verletzt werden und nicht selten Menschenleben verloren gehen. Man muß die Ursachen solcher traurigen Ereignisse kennen lernen, um diesen nach Kräften vorbeugen zu können.

Obgleich nun der Explosionen leider schon sehr viele vorgekommen sind, und sich zu deren Beobachtung und Untersuchung Gelegenheit findet, weil sie sich noch allzu häufig einstellen, so sind doch die Ursachen und die Bedingungen zu denselben noch nicht durch und durch erkannt und festgestellt. Aus den Beobachtungen der Gelehrten und Praktiker hat sich indessen so viel herausgestellt, daß man sich durch Befolgung von gewissen Vorsichtsmaßregeln in den meisten Fällen vor der großen Gefahr schützen kann.

Wir stellen hier kurz die Ursachen zusammen, welche als Grund der Kesselexplosionen angenommen werden:

1) Uebermäßige Dampfspannung. An und für sich ist diese weniger gefährlich, als wenn der Kessel gleichzeitig Erschütterungen und Stößen, von außen oder von innen, ausgesetzt ist.

2) Unfähigkeit abgenutzter Kessel oder einzelner Stellen derselben, dem Dampfdruck zu widerstehen, daraus Zerreißen der Platten, gestörter Zusammenhang des Kessels, veränderter Druck und Möglichkeit schwererer Unfälle.

3) Wassermangel. Durch diesen werden entweder nur einzelne Stellen des Kessels, z. B. an den Zügen, bloßgelegt, oder es kann bei gänzlicher Entleerung die ganze Heizfläche glühend werden. Dann sind zwei Fälle des Zerspringens möglich:

a) durch Berührung des Wassers mit den überhitzten Kesselplatten bildet sich so rasch und so viel Dampf, daß der Kessel gesprengt wird, ehe die Sicherheitsapparate wirken können;

b) bei gewisser Beschaffenheit der Platten nimmt man an, das Wasser werde in seine Bestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, zersetzt; diese, in luftförmigem Zustande und in einer gewissen, durch die Umstände herbeigeführten Mengung, bilden das sogenannte Knallgas, welches, mit atmosphärischer Luft gemengt und entzündet, mit ausnehmender Heftigkeit explodirt. Es ist möglich, daß zu einer solchen Detonation (Explosion) genug Luft im Kessel vorhanden sei, namentlich nach einem Stillstande.

4) Die Ablösung von Kesselstein, unter dessen Schutz die Metallwände glühend (und schwach) geworden sind und wodurch dann die Fälle unter 3) eintreten können. Derartige Explosionen sind also

bei hinreichend mit Wasser gefüllten, nicht überlasteten, aber schlecht gereinigten Kesseln möglich.

5) Nach einer zuerst von Boutigny aufgestellten Hypothese, welche durch Beobachtungen mehr und mehr bestätigt wird, ist als eine der häufigsten Ursachen der Kesselexplosion das Eintreten des Sphäroidalzustandes des Kesselwassers anzusehen. Hierunter versteht man das Sichlostrennen des Wassers von der demselben Wärme zuführenden Wand, wenn letztere (vielleicht durch Kesselstein geschützt) glühend geworden. In diesem Zustande, bei welchem eine Dampfschicht zwischen Wasser und Wand liegt und als schlechter Leiter wirkt, wird durch das Wasser nur sehr wenig Wärme aus der Wand aufgenommen. Kühlt sich diese dagegen aus irgend einem Grunde wieder ab, so kann durch das Aufhören des Kugelzustandes eine außerordentliche Dampfentwickelung eintreten. Der Kugelzustand soll auch durch Stöße und Erschütterungen aufgehoben werden können, worauf dann die heiße Wassermasse mit der völlig glühenden Wand in Berührung kommt, und eine Dampfentwickelung entstehen muß, welche eine Explosion unvermeidlich macht.

154. Die Explosionen, welche durch übertriebene Spannung des Dampfes herbeigeführt werden, gehören zu den sehr seltenen. So wie bei der Kesselprobe (141) das Wasser endlich als feinster Staub, als Nebel an Nieten und Fugen heraustritt, ebenso dürfte sich der Dampf verhalten. Nehmen wir an, es sei kein Sicherheitsventil vorhanden, so wird sich bei allmäliger Zunahme der Spannung der Dampf solche Auswege suchen, dieselben immerfort erweitern und daraus entweichen. Würde dabei das Feuer plötzlich sehr verstärkt und die Dampfbildung vergrößert, ohne daß eine zureichende Erweiterung jener Oeffnungen erfolgen könnte, so müßte der Kessel zerreißen. Bei dem wesentlichen Unterschiede in der Textur*) und Stärke des kalten und des heißen Eisens und bei der großen Verschiedenheit der Eisenbleche kann sich ein solcher Fall auch da allen=

*) Eisen, kalt gebrochen, zeigt ganz anderen Bruch und Gefüge als solches, das, stark handwarm gemacht, ganz nach demselben Verfahren gebrochen wird.

falls ereignen, wo man ihn, im Vertrauen auf die Wasserprobe, gar nicht vermuthet hätte.

Da wir aber zwei Sicherheitsventile auf dem Kessel haben, so dürfen wir vor derartigen Explosionen vollkommen unbesorgt sein. Stärkere Dampfansammlungen können nur absichtlich und mit Vorbedacht herbeigeführt werden. Dazu müßten sich vereinigen: Stillstand der Maschine, außergewöhnlich starkes Feuer im Ofen, Unbeweglichkeit aller Sicherheitsapparate. Man darf erwarten, daß die beiden letzten Umstände niemals, der erste aber nur im Verein mit den nöthigen Vorsichtsmaßregeln eintrete. In den wenigen genau constatirten Fällen, wo eine übertriebene Dampfspannung die Explosion herbeiführte, zeigte sie sich nicht als alleinige Ursache, sondern es wies sich stets aus, daß einzelne Verbindungstheile zu schwach oder verdorben gewesen waren, so z. B. die Anker in Niederdruckkesseln, Mastikdichtungen an Verbindungsstücken ꝛc. Daher können auch diese wenigen Fälle nicht als Beweise aufgeführt werden, daß die Uebertreibung des Dampfdruckes die Gefahr der Explosion sehr nahe lege.

155. Als zweite Ursache des Berstens wurde angeführt die schlechte Beschaffenheit des Kessels selbst. Nach den bestehenden Verordnungen muß zwar jeder Dampfkessel, bevor er zur Verwendung kommt, probirt werden, und wird nur, wenn er den vorgeschriebenen Bedingungen entspricht, zum Gebrauche zugelassen. Ein neuer Kessel, der probehaltig befunden worden ist, wird also nie zu schwach sein; allein er brennt sich mit der Zeit aus, wird an der direkten Heizfläche durch die beständige Einwirkung des Feuers dünnwandiger, und es können selbst durch die so oft wiederholten Biegungen, welche mit dem Erhitzen und Wiederabkühlen verbunden sind, Risse erzeugt werden.

So lange ein Kessel an allen Stellen eine gleichmäßige Biegung hat, nirgends eine blasenartig herausgetriebene Stelle oder eine einwärts gebogene Wanne zeigt und nicht schweißt, hat man nicht zu besorgen, daß er zu sehr angegriffen sei; sobald sich aber derlei Blasen und Wannen bemerklich machen und ein starkes Schweißen eintritt, ist es Zeit, ihn näher zu untersuchen und auszubessern.

156. Am gefährlichsten für den Kessel ist der Wassermangel,

weil dadurch die Möglichkeit der Explosion nach Art. a und b unter 3) sowie die unter 5) in 135 gegeben wird. Vielfachen Versuchen und Berechnungen zufolge sollen Explosionen dann unmöglich sein, wenn bloß ein geringer Theil der Kesselwände, z. B. an den Zügen, nicht mehr mit Wasser bedeckt ist; es soll nämlich auf jenen Flächen, auch wenn sie rothglühend wären, nicht so viel Dampf erzeugt werden, daß die Spannung im Kessel für diesen gefährlich werden könnte — die gehörigen Proben des Kessels vorausgesetzt. Weil aber das überhitzte Eisen bedeutend schwächer ist, so wird der Kessel eine plötzliche Dampfbildung und vermehrte Spannung oder einen Stoß, z. B. vom Wasser, nicht immer ertragen, sondern dadurch zerrissen werden können.

Je größer die entblößte und dann überhitzte Fläche wird, um so besorglicher ist auch der Zustand, wie die fürchterlichen Explosionen beweisen, die erfolgten, wenn in ganz entleerte glühende Kessel Wasser gepumpt wurde.

Professor Weber hat festgestellt, daß gewisser Salz- und Erdengehalt des Kesselwassers, wenn dieses bei der Vorwärmung Fetttheile empfing, feine seifenartige Pulver bildeten, die die Benetzung der Kesselwand zu hindern im Stande waren. Dadurch ist starke Erhitzung der Bleche möglich, und dann auch die langsame — vielleicht auch hier und da momentane durch Explosion — Zerstörung derselben dargethan.

Zu den Möglichkeiten gehören auch die Explosionen durch Zersetzung des Wassers, wodurch sich Knallgas bildet, das entweder durch glühende Wände selbst oder durch elektrische Funken entzündet wird. Letztere sind immerhin als möglicherweise im Kessel entstehend anzunehmen, weil durch die Reibung des Dampfes beim Abströmen Elektricität erzeugt wird, deren Vorhandensein in gewöhnlichen Dampfkesseln man auch beobachtet haben will. Allerdings bedarf jenes Gas einer bestimmten Quantität Sauerstoff (atmosphärischer Luft), die sich aber auch immer in einem Kessel vorfinden kann, z. B. nachdem derselbe geöffnet oder ganz erkaltet war, durch das Speisewasser herbeigeschafft ist u. s. f. Auch sollen sich die Gase nicht entzünden können, wenn nur $^{7}/_{10}$ ihres eigenen Rauminhaltes an Wasserdampf vorhanden ist. Aus eigenen Erfahrungen aber können wir darthun,

daß die Explosion und Verbrennung von Gasen, die mit sehr vielem Wasserdampf gemischt sind, oft sehr unerwartet und heftig geschehen kann, z. B. bei Gasöfen.

Neuerlich hat diese Erklärung einen Vertreter in Nobiling gewonnen.

Daß sich auch schwere Ladungen von Elektricität in großen Dampfkesseln — nicht in dem isolirten des physikalischen Cabinets allein — anhäufen, theilte uns ein aufmerksamer Maschinist mit. Zufällig berührte er die Kurbel des Sperrventils, empfing dabei heftigen Schlag und sichtbaren Funken. Eine von ihm aufgestellte Kette von Leuten wurde ebenso heftig durchzuckt. Bald aber verschwand dieser Zustand und wurde ferner auch nicht mehr vorgefunden.

Das Mittel, den Explosionen, die durch Wassermangel entstehen, vorzubeugen, ist sorgsame Ueberwachung des Wasserstandes und regelmäßige Speisung des Kessels.

Wenn das Wasser aber einmal sich so vermindert, daß vom Feuer bestrichene Stellen des Kessels bloßgelegt und glühend werden, wodurch sich auch die Dampfspannung gewöhnlich rasch erhebt (vergl. 87), so ziehe man das Feuer nicht sogleich aus und gestatte auch dem Dampf nur den Ausfluß durch das Sicherheitsventil in dem Maße, als er sich erzeugt und dieses zu heben im Stande ist. Hat der Kessel einen Kipprost, so lasse man diesen umschlagen und das Feuer niederfallen. Bei den gewöhnlichen Feuerungen aber würde das Ausziehen des Brennstoffs durch das unvermeidliche Aufrühren eine noch stärkere, also schädliche Hitze erzeugen. Man schließe also zunächst den Zugschieber, um das Feuer zu schwächen, und öffne erst einige Zeit nachher die Feuerthür und den Zugschieber, wodurch dann der Kessel rascher erkaltet. Zu frühzeitiges Oeffnen der Feuerthür würde dem überhitzten Kessel höchst nachtheilig sein. Sobald man eine merkliche Abnahme der Temperatur und der Dampfspannung gewahrt und keine Ueberhitzung mehr vorhanden erachtet werden darf, kann der Dampfabfluß bis zu gänzlicher Erkaltung des Kessels gestattet werden. Anfänglich rascher Dampfabzug würde den Wasserstand noch vermindern, also eine mögliche Gefahr vergrößern.

Im Allgemeinen ist noch für den Wärter zu beobachten, daß er alle Personen aus der Nähe des Kessels entfernt, sich selbst womög-

lich an den Seitenwänden und nicht vor den Kopfenden aufhalte und alle Arbeiten aus ziemlicher Entfernung vom Kessel selbst vornehme. Die Speisung des Kessels muß von vornherein bis zu Ende der Besorgniß unterbrochen bleiben und der Kessel nach dem Erkalten untersucht und mit der Wasserprobe probirt werden, ehe er wieder in Gebrauch genommen wird.

157. Wenn die Dampfkessel nicht sorgfältig gereinigt sind, so kann der am Boden liegende und fest am Metall hängende Kesselstein, namentlich gerade über dem Feuer, sich plötzlich lösen, besonders wenn Ströme kalten Speisewassers an diese Stelle kommen. Das Wasser berührt dann sogleich die glühenden Wände des Kessels, und die erfolgende augenblickliche Entwickelung einer so großen Masse von Dampf verursacht unausbleiblich eine Explosion. Man hat in England beobachtet, daß viele Explosionen am Montag früh bei der Ingangsetzung der Maschine stattfanden, nachdem dieselbe von Sonnabend spät gestanden hatte. Die Ursache davon scheint in der raschen und ersten Einwirkung der Hitze auf die Platten zu liegen, wodurch nämlich die Platten stärker gedehnt werden, als die Steinkruste, so daß diese zerspringt. — Solchen Vorfällen kann nur durch vorsichtige und oftmalige Reinigung der Kessel begegnet werden. Wir haben auch zu demselben Zweck in (86) die Anbringung des Speiserohrs in möglichster Entfernung vom Feuer empfohlen.

158. Den Sphäroidal- oder Kugelzustand des Wassers kann man beobachten, wenn man auf ein glühendes Stück Eisen einige Tropfen Wasser bringt. Diese sammeln sich sofort in eine oder in mehrere Kügelchen, welche auf der glühenden Fläche hin und her tänzeln und langsam verdampfen. Wird das Eisen kühler, so tritt plötzlich ein rasches Verdampfen ein, welches man aber auch vorher durch einen leichten Schlag mit einem Hammer auf das gekugelte Wasser herbeiführen kann. Die Detonation ist, wie in jeder Schmiede täglich beobachtet werden kann, selbst bei einer ganz winzigen Größe der Wasserkugel, stark; ist die Wassermenge etwas größer, so werden, wie es in den Walzwerken fortwährend vorkommt, die Explosionen manchmal von der Stärke eines kleinen Kanonenschusses. Denkt man sich nun in einem Dampfkessel den Kugelzustand eingetreten und darauf plötzlich aufgehoben, so ist die Ungeheuerlichkeit der dann möglichen Explo-

sion begreiflich, da es sich hier um so große plötzlich stark verdampfende Wassermassen handelt. Wie der Kugelzustand beim Kesselwasser eintrete, ist noch nicht genügend bekannt; beim Glühendwerden der Wände scheint er aber leicht zu entstehen. Boutigny berichtet über einen englischen Heizer, welcher mit seinem Gefährten wettete, er wolle den Zapfen aus dem Kessel schlagen und doch das Wasser verhindern abzufließen. Er heizte sehr rasch und heftig und schlug den Zapfen aus, und wirklich floß kein Wasser ab; erst nach herbeigeführter Abkühlung schoß dann das Wasser heftig hervor. Denkt man nun ferner an die schon früher (84) erwähnte Erscheinung, daß sich beim raschen Oeffnen eines Dampf-Abflußventiles ein Wasserkegel unter demselben erhebt, welcher darauf wieder zurückfällt, so sieht man eine Ursache vor sich, welche, ähnlich dem Schlage des Hammers beim Schmied und der Pressung der Walzen in der Eisenhütte, den Kugelzustand plötzlich aufheben und die furchtbare Katastrophe hereinbrechen lassen kann. Auch bloße Schläge gegen die Kesselwand werden als wirksam genug bezeichnet, den Kugelzustand aufzuheben.

Hier anzureihen ist noch die Erklärung der Explosionen durch den sogenannten Siedeverzug des Wassers. Das Wasser des geheizten aber ohne Dampfabzug, z. B. in den Arbeitspausen liegenden Kessels nimmt eine hohe Menge von Wärme auf und zwar mehr als der angezeigten Dampfspannung entspricht. Sobald nun der Dampfabzug beginnt, das Wasser bewegt wird, bildet jener Wärmeüberschuß aus dem Wasser momentan solche Dampfmenge, daß der Kessel nicht im Stande ist, zu widerstehen.

Man öffne also nach Pausen nur langsam die Ventile (159. 3).

159. Die Vorsichtsmaßregeln, die wir nach allem diesem zur Vermeidung der Explosionen angeben können, sind:

1) Erhaltung der guten Beschaffenheit der Sicherheitsventile (keine zu hohe und willkürliche Belastung), der Wasserzeiger und Speiseapparate;
2) regelmäßige Feuerung;
3) Vermeidung aller Stöße und Erschütterungen, langsames Oeffnen der Dampf- und Sicherheitsventile;
4) zeitige Reparatur aller schlechten Stellen, Sprünge und Risse;

5) hinreichender Wasservorrath, so daß die Züge niemals bloßliegen können; demnach Anbringung der besten Vorrichtungen für die Erkennung des Wasserstandes, u. a. des Black'schen Warners (99) bei dennoch eintretendem Mangel;
6) noch viel weniger darf der Kessel ganz durch Verdampfung entleert und dann wieder Wasser eingebracht werden (157);
7) oftmalige und genaue Reinigung vom Kesselstein.

Um die Explosionen minder gefährlich zu machen, lege man wo möglich die Kessel in ein besonderes Local, welches zu keinem anderen Gebrauche dienen soll, dessen Dach sehr leicht und dessen Wände nicht dick sind; die Kesselmauerung soll von den Wänden überall 3 Zoll oder mehr abstehen.

Hierüber geben indessen die Verordnungen zur Sicherheit bei der Anlage von Dampfkesseln der verschiedenen Staaten ausreichende Vorschriften und wir verweisen deshalb auf den Nachtrag K.

Bei genauer Einhaltung dieser Vorschriften, bei pünktlicher Ueberwachung des Kessels und der Maschinen von Seiten des Maschinisten, der wiederum von seinen Vorgesetzten controlirt wird, kann man sich der Besorgnisse vor Explosionen entheben. Wenngleich derselben immer noch manche vorkommen, so müssen die mittelbaren Ursachen in einer großen Sorglosigkeit des Wärters gesucht werden.

D. Feuersbrunst im Kessellokale und den zugehörigen Fabrikräumen.

160. Die Wärter von Dampfkesseln und -Maschinen haben besonders vorsichtig mit Feuer und Licht umzugehen. In 130 wurde vorgeschrieben, nach Feierabend brennende Kohlen nur vor oder in dem Aschenfalle zu lassen. Besser ist es noch, solche mit Wasser gleich auszulöschen. Der Brennstoff darf nie zu nahe der Heizthür liegen, ebenso das Reisig und anderes Material zum Anzünden. Der Wärter dulde nicht, daß von anderen, außer in seiner Gegenwart, etwas am Feuer des Kessels geschehe, daß von demselben Feuer zu anderen Feuerstellen genommen werde. Solcher Unfug bringt Nachlässigkeiten mit sich, die früher oder später eine Feuersgefahr erzeugen.

Bei leicht entzündlichen Brennstoffen, als Holzabfällen, Sägespänen, sind besondere Vorsichtsmaßregeln der Aufbewahrung und Heizung nöthig.

Die Späne sollen nie der Feuerthür gegenüber, sondern in sogenannten Bunkern verdeckt liegen, aus denen sie herausgeharkt werden müssen. Der Heizer soll nicht allzudick davon aufwerfen, sondern durch dünnere Schicht stets für Erhaltung der Flamme sorgen. Andernfalls schleudert wohl eine Gasdetonation massenhaft Feuer aus dem Ofen in die gerade vorliegenden Brennstoffe.

161. Feuersbrünste in Fabriken, in Dampfmaschinen-Anlagen, sind meist schrecklicher und verheerender, als in sonstigen Gebäulichkeiten. Durch die beständig warme Luft ist dort alles recht ausgetrocknet, es befinden sich leicht entzündliche, brennbare Stoffe, z. B. Fett, Hanf, Holz, in der Nähe; deshalb müssen die Schutzmittel gegen Ausbrechen und Weitergreifen des Feuers hier besonders gut vorhanden und in gutem Stande sein.

Man soll bei größeren Anlagen die Kosten eines Wasserbehälters im Dachwerke der Fabrik mit Abzweigungen von Röhren nach allen einzelnen Räumen nicht scheuen. In einem jeden Zimmer, Saal oder Stockwerk soll unter der Rohrmündung ein Bottich sein und daneben ein (oder mehrere) Wischer. Diese bestehen aus einem 5 bis 6 Fuß langen Stiel, an welchem unten 6 bis 8 Lappen aus grobem Hanftuch befestigt sind. Mit solchen Wischern läßt sich eine brennende Stelle, z. B. an der Decke, wirksamer benetzen, als mit Handspritzen. Letztere und je nach Ausdehnung des Etablissements eine große fahrbare Spritze dürfen nichtsdestoweniger nicht fehlen.

Jede Fabrik von nur einiger Ausdehnung sollte wenigstens sich die weiter unten besprochene Dampfpumpe (nach Carret's System) oder eine ähnliche Pumpe, welche zum Spritzen eingerichtet ist, anschaffen, sowie die Druckrohre davon durch sämmtliche Lokale führen. An verschiedenen Ausmündungen derselben können die Schläuche und Strahlröhren zum Spritzen angeschraubt werden. Die Schläuche sind wohl verwahrt neben jedem Zweigrohr aufzuhängen. Da eine Dampfpumpe viel weniger Dampf gebraucht, als die Betriebsmaschine, wenn man diese mit ihren Pumpen in Thätigkeit erhalten will, so kann man sie

auch zu jeder Zeit, z. B. in der Nacht, aus dem ruhenden Kessel speisen und kräftig betreiben.

Glücklicher Weise besitzt man in dem Dampf der Dampfkessel das Mittel, der obengenannten Begünstigung der Verheerungen Einhalt zu thun. Der Dampf eines Kessels, auf zweckmäßige Weise ausgelassen und geleitet, löscht ein Feuer viel rascher und besser als Wasser. Man schließe also im betreffenden Falle in den Gebäulichkeiten alle nach außen gehenden Thüren und Fenster, öffne dagegen in den bedrohten Räumen alle Verbindungen und bewirke darauf das Ausströmen des Dampfes, indem man, wenn kein anderes Mittel da ist, eine Rohrverbindung losschraubt. Wenn es möglich ist, so wähle man die Stelle so, daß zwischen ihr und dem Kessel eine Absperrung ist, um erforderlichen Falls den Dampf abzuschließen. Der Dampf wird die Räume erfüllen, die atmosphärische Luft austreiben und jedenfalls vom Feuer abhalten. Das Feuer wird umhüllt, Flammen können sich nicht bilden und die Gluthen werden geschwächt.

Anstatt also den Dampf durch die Sicherheitsventile abzublasen, wie wir es bei Feuersbrünsten sahen, verwahre man ihn und suche denselben im Inneren nach vorhin gegebener Anleitung zu verwenden. Einen unmittelbar vom Feuer bedrohten, aber nicht gemäß Fig. 53 abgedeckten Kessel decke man, wenn es möglich ist, rasch mit Kohlenasche einige Hand hoch zu, wodurch er vor dem Feuer geschützt wird. Dieses ist gewöhnlich nicht besorglich, d. h. wenn nur das Kesselhausdach wegbrennt, und so darf man nach Lüftung des Sicherheitsventils den Kessel in der umgebenden Zerstörung belassen. Wenn man die Einrichtung des Löschens mit Dampf ganz vollständig haben will, so lasse man ein Dampfrohr, vom Kessel ausgehend, sich nach allen Lokalen verzweigen, und bringe für dasselbe am Kessel selbst ein Einlaß- und in jedem Lokale ein Auslaßventil an. In Anlagen, welche Dampfheizungen besitzen, die z. B. mit dem Abdampf der Maschine arbeiten, ist leicht eine Einrichtung anzubringen, mittelst der man frischen Dampf in die Heizröhren lassen kann, die mit den erwähnten Ausströmungen ohne große Kosten versehen werden können.

Wir machen insbesondere die Maschinen-Besitzer auf den Dampf als Löschmittel aufmerksam, damit sie in schlimmen Fällen nicht

durch ängstliche und den Dampf fürchtende Löschmannschaften verleitet werden, denselben unbenutzt fliegen zu lassen.

Wasserdampf und Kohlensäure mit einander gemischt entsendet das Strahlrohr des Extincteur und macht so diese Selterswasser-Flasche im Großen zu einem sehr wirksamen Feuerlöscher. Wir empfehlen ihn ganz besonders.

Hoffen wir auch, daß insbesondere auf Dampfschiffen in dieser Hinsicht endlich genügende Anordnungen getroffen werden. Die schrecklichen Schiffsbrände des letzten Jahrzehnts fordern dazu in energischer Weise auf.

Fünftes Kapitel.

Von den Dampfmaschinen.

---

162. Der größte Theil aller Dampferzeuger ist bestimmt, Dämpfe zum Betrieb von Dampfmaschinen (steam-engines; machines à vapeur) zu liefern. Da man mit nur geringen Ausnahmen die Spannkraft der Dämpfe benutzt und thätig macht, so kann man füglich unter Dampfmaschine die mechanische Vorrichtung verstehen, welche mittelst der Spannkraft des Wasserdampfes Bewegung erzeugt.

Die ersten Anwendungen von Wasserdampf zur Erzeugung irgend einer mechanischen Leistung geschahen nicht durch Dampfmaschinen der jetzt gebräuchlichen Art; man wandte anfänglich die Stoßkraft des ausströmenden Dampfes an, oder erzeugte in einem Gefäß durch Condensation des eingelassenen Dampfes einen luftleeren (luftverdünnten) Raum, wodurch der Luftdruck von außen wirksam wurde und dann auf jeden □″ mit dem bekannten Druck von circa 14 Pfund wirkte. (Auf 1 □ Centimeter = 1,0325 Kilogramm oder

2,065 Pfund). Diese Principien sind auch neuerdings wieder von tüchtigen Mechanikern praktisch benutzt worden, haben aber noch nicht bessere Resultate geliefert, als man mit Benutzung der Spannkraft des Dampfes in guten Maschinen erlangt hat.

Anmerkung. Pecqueur hat den ausströmenden Dampf auf die Schaufeln eines Rades geleitet, wodurch er eine bedeutende Luftströmung veranlaßte, die eigentlich den Effekt durch ihren Stoß hervorbringt. Auch Andere haben Dampfturbinen in verschiedenen Formen construirt, ohne daß indessen Maschinen dieser Art sich einen wesentlichen Rang bis jetzt hätten erwerben können.

163. Die Dampfmaschinen im weitesten Sinne des Wortes können eingetheilt werden in:

I. Aspirations- oder Ansauge-Maschinen. — Hierher gehört die Maschine von Savery.

II. Atmosphärische Maschinen, d. h. solche, bei welchen der unter einen Kolben in den Cylinder getretene Dampf condensirt und dadurch der Luftdruck von außen thätig gemacht wird.

III. Maschinen, bei denen ausströmender Dampf durch Stoß wirkt.

IV. Maschinen, in denen die Spannkraft des Dampfes wirkt.

Die Beschreibung der Maschinen unter I., II. und III. findet man in der Dampfmaschinenlehre von Bernouilli und im Nachtrage Q. Weil jetzt vorzugsweise nur Maschinen nach Art. IV. gebaut werden und am meisten verbreitet sind, so sollen auch nur diese hier näher beleuchtet werden.

Sie lassen eine Trennung in zwei Abarten zu, nämlich in:

1) Rad- oder rotirende Dampfmaschinen, in welchen der Dampf unmittelbar eine drehende Bewegung erzeugt, und

2) Kolben- oder Cylinder-Maschinen, wo ein in einem hohlen Cylinder dicht anschließender Kolben geradlinig hin- und hergetrieben wird, dessen Bewegung man nun sofort unverändert benutzt, oder mittelst gehöriger Apparate in drehende Bewegung umändert.

Berücksichtigt man die größere oder geringere Spannung des Dampfes bei den verschiedenen Maschinen, und den Umstand, ob der

Dampf noch durch Ausdehnung wirkt, und ob er condensirt wird oder nicht, so erhält man vier Hauptsysteme, nämlich:

a) Niederdruck-Dampfmaschinen (Maschinen mit Condensation des Dampfes und niedriger Dampfspannung);

b) Mitteldruck-Dampfmaschinen;

c) Hochdruck-Dampfmaschinen;

d) Hochdruck-Dampfmaschinen mit Expansion und Condensation.

Unter den Mittel- und Hochdruck-Maschinen hat man zu unterscheiden:

α) Maschinen mit ganzer Dampffüllung des Cylinders, Volldruck-Maschinen;

β) Maschinen mit theilweiser Füllung, Expansions-Maschinen.

In Beziehung auf die Anordnung der am meisten gebräuchlichen Maschinen hat man:

aa) Maschinen mit Balancier oder Waagebalken;

bb) Maschinen ohne Balancier, mit feststehendem Cylinder;

cc) Maschinen mit beweglichem oder schaukelndem (schwingendem) Cylinder, oscillirende Maschinen.

Die auf- und ab- (hin- und her-) gehende Bewegung des Kolbens in den Kolbenmaschinen wird entweder unmittelbar zur Wältigung einer Arbeit, der Last, verwendet, oder die Bewegung wird vorher in die rotirende umgesetzt, demgemäß man die Maschinen eintheilen kann in:

ab) Maschinen mit bloß auf- und ab- (hin- und her-) gehender Bewegung, so wie an Pumpen, Gebläsen u. s. w.;

ac) Maschinen für rotirende Bewegung, oder Kurbelmaschinen, wohin die meisten Fabriks-, Schiffs- und Eisenbahn-Maschinen zu rechnen sind.

Je nach ihrer Verwendung zu bestimmten Zwecken und nach ihrer Aufstellung, nach der Oertlichkeit, gibt es endlich:

ba) Land-Maschinen, stationäre;

bc) Schiffs-Maschinen;

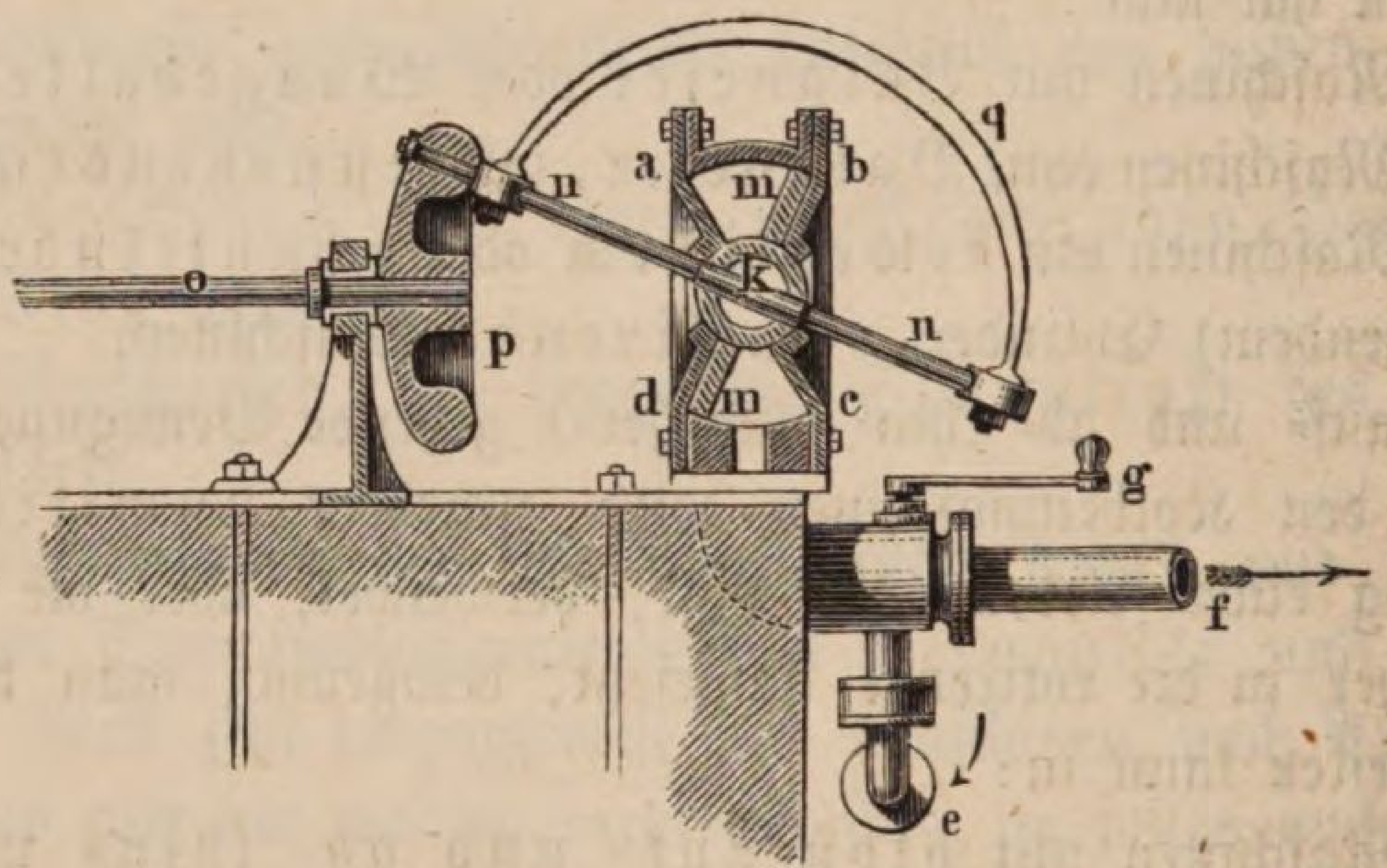
bd) Eisenbahn-Maschinen oder Lokomotiven zum Transport;

be) Transportable Maschinen, welche aber eigentlich unter ba gerechnet werden.

164. Von rotirenden Maschinen sind viele erdacht und auch durch tüchtige Maschinenbauer ausgeführt worden, haben aber durchgängig so schlechten Erfolg und Bestand gehabt, daß dieses, abgesehen von der theoretisch erwiesenen Unvortheilhaftigkeit, allein als Beweis ihrer Untüchtigkeit gelten kann. Unter der Unzahl derselben heben wir nur eine heraus, die in England mehrfach in Thätigkeit ist, nämlich diejenige der Patent-Disc-Engine-Company. Sie zeichnet sich durch große Einfachheit und den zu ihrer Aufstellung erforderlichen, verhältnißmäßig geringen Raum vortheilhaft aus.

Das Gehäuse *abcd* der sogenannten Scheibenmaschine (disc engine), Fig. 154, bildet im Innern bei *ab* und *cd* ringsum einen Theil einer Kugelfläche; die Seitenwände *ad* und *bc* sind die Mantelflächen zweier abgekürzten Kegel. In der Mitte des Gehäu-

Fig. 154.



ses liegt die Kugel *k* mit der daran befestigten Scheibe *m*. Die Kugel *k* ist von dem Kern des Gehäuses dampfdicht umschlossen; ebenso schließt *m* dampfdicht an das Kugelgehäuse *abcd* an. Eine von unten bis zu der Kugel *k* reichende und dort dampfdicht schließende Scheidewand theilt die beiden Räume, welche die Scheibe *mm* in dem Gehäuse bildet, jeden in zwei Theile. Sie durchdringt deshalb die Scheibe *mm*, von welcher sie mit einer besondern Packung dampfdicht umfaßt wird. In *k* ist die Stange *nn* befestigt; sie steht mit ihrem einen Ende mit der Kurbel *p* in Verbindung, jedoch so, daß sie sich in dem Kurbelkopf drehen kann. Der Bügel *q* dient zur Verstrebung

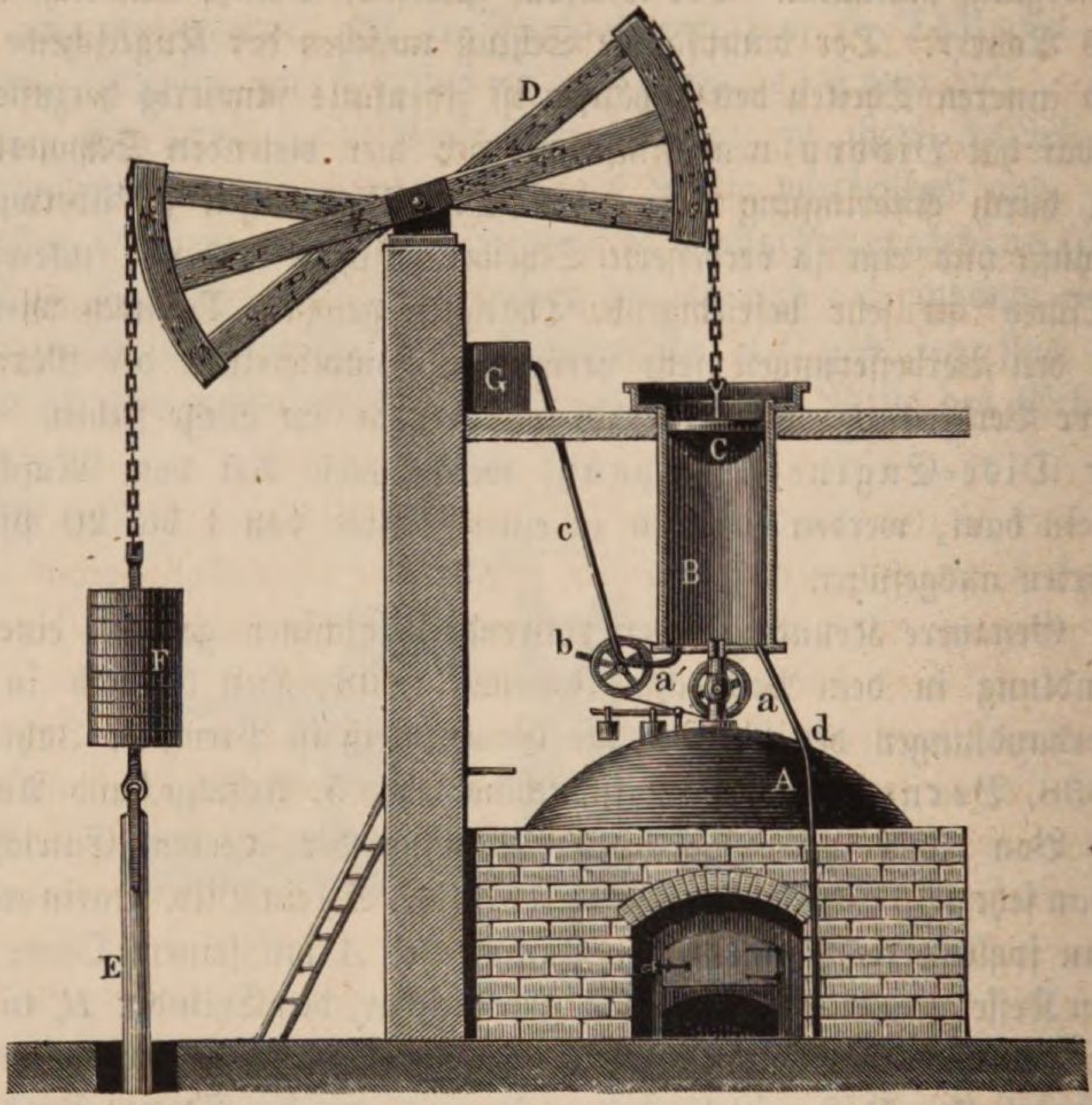
der Stange *nn*. Von *e* aus tritt der frische Dampf in das Gehäuse ein, auf die eine Seite der Scheibe *m* drückend. Vermittelst einer besonderen Steuerung bewegt er dabei durch seinen Druck die Scheibe derart auf den Kegelflächen hin und her, daß *o* eine drehende Bewegung annimmt. Der wirksam gewesene Dampf entweicht durch das Rohr *f*. Der dampfdichte Schluß zwischen der Kugelscheibe und den inneren Theilen des Gehäuses ist jedenfalls schwierig herzustellen. Zwar hat Bishop neuerdings alle sich hier bietenden Schwierigkeiten durch Anbringung sehr guter Metalldichtungen zu überwinden gewußt und eine so verbesserte Scheibenmaschine in der Druckerei der „Times“ in sehr befriedigende Thätigkeit gesetzt. Dennoch wird die bei den Verbesserungen sehr vermehrte Complicirtheit der Maschine ihrer Verbreitung auch fernerhin unbesiegbar im Wege stehen. Von der Disc-Engine-Company, welche diese Art von Maschinen allein baut, werden dieselben in einer Stärke von 1 bis 20 Pferdestärken ausgeführt.

Genauere Kenntniß über rotirende Maschinen gewährt eine Abhandlung in dem Polytechn. Journal 1838, Heft 5, und in den Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß in Preußen, Jahrgang 1838, Bernouilli's Dampfmaschinenlehre 5. Auflage, und Andere.

Von einer atmosphärischen Maschine der älteren Einrichtung (man sehe 163 unter II.) giebt Fig. 155 (a. f. S.) ein Bild. Darin erkennt man sogleich rechts unten den Dampfkessel *A* mit seinem Ofen; über dem Kessel, durch einen Hahn *a* abschließbar, den Cylinder *B*, in dem der Kolben *C* dicht anschließend sich bewegt. Der Balancier oder Waagebalken *D* ist mittelst Ketten einerseits mit der Stange jenes Kolbens, andererseits mit einem Pumpengestänge *E* verbunden, welches noch durch ein Gewicht *F* belastet ist. Aus dem hochgestellten Gefäß *G* fließt durch das Rohr *c* kaltes Wasser in den Cylinder, sobald der Hahn *b* geöffnet wird. *d* ist eine Röhre, deren unteres Ende in ein Gefäß mit Wasser taucht und die ein Ventil hat, welches sich nach außen öffnet. Bei offenem Hahn *a* und geschlossenem *b* strömt Dampf aus dem Kessel unter den Kolben, und dieser geht, von dem Gewicht des Gestänges gezogen, bis zu der gezeichneten Stellung in die Höhe. Wird sodann *a* geschlossen und *b* geöffnet, so condensirt sich der in dem Cylinder enthaltene Dampf durch die Berührung mit

dem aus *c* kommenden kalten Wasser, es entsteht ein luftleerer (luftverdünnter) Raum im Cylinder, worauf der Luftdruck auf die Oberfläche des Kolbens (mit 14 Pfund auf jeden □″) den Niedergang

Fig. 155.



desselben bewirkt. Dadurch wird das Gestänge der Pumpen, die Pumpenkolben und mit diesen das Wasser gehoben. Die Röhre *d* leitet das eingeflossene und das durch Condensation gebildete Wasser ab, während das Ventil an ihrem unteren Ende verhütet, daß dieses schon erwärmte Wasser in den Cylinder zurückgehe und atmosphärische Luft unter den Kolben dringe. Die Schlüssel der Hähne *a* und *b* sind durch eine Schnur oder Kette *a′* mit einander verbunden, wodurch ihre gleichzeitige Drehung ermöglicht wird.

165. Zu einer jeden Kolbenmaschine (IV, 2) sind fünferlei Haupttheile oder Apparate nöthig, die sich genau von einander absondern:

1) ein Dampfkessel oder Dampferzeuger (siehe Kap. II.);
2) ein Cylinder mit dem Kolben und der Kolbenstange;
3) eine Steuerung, d. h. ein Apparat, welcher die regelmäßige Vertheilung des Dampfes bewirkt;
4) die bewegten Theile, die Aufnehmer der erzeugten Kraft, z. B. Triebstange, Balancier, Parallelogramm, Kurbel, Schwungrad und dessen Welle;
5) verschiedene Pumpen zur Kesselspeisung.

Wer sich rasch eine ihm vorkommende Maschine deutlich machen und davon genaue Kenntniß verschaffen will, der sondere sich alle Theile derselben in obige Abtheilungen.

Der Dampferzeuger mit seinem Zubehör wird sich zumeist als ein für sich bestehendes, isolirtes Ganzes darstellen. Ausnahmen hiervon machen die Kessel der Lokomotiven und transportablen Maschinen.

Der Cylinder, als Haupttheil der Maschine, ist sehr in die Augen springend; gewöhnlich geht durch einen der Cylinderdeckel die Kolbenstange nach außen an die bewegten Theile (unter 4); der andere Deckel heißt dann der Boden des Cylinders.

Weil es erforderlich ist, daß die Steuerung dem Cylinder so nahe als nur möglich sei, so finden wir sie gewöhnlich dicht an demselben und zwar in der sogenannten Dampfbüchse, Dampfkasten. Die Bewegung der Steuerungstheile wird von den Theilen unter 4) entnommen.

Die bewegten Theile begreifen unter sich die nächste Verbindung mit der Kolbenstange bis einschließlich der Schwungradwelle oder bis an die erste Arbeitsmaschine, z. B. Schachtpumpe. Die wichtigsten derselben sind unter 4) genannt worden. Sie unterscheiden sich deutlich, sowohl durch die Größe ihrer Bewegungen, als durch ihre Verbindung und ihre Stärke. Die von ihnen abgehenden Bewegungen und Theile für die Hilfsleistungen der Maschine selbst, z. B. der Steuerung, des Regulators, der Pumpen, sondern sich leicht von jenen ab.

166. Die Wirkung des Dampfes in den Kolbenmaschinen erfolgt in der Art, daß derselbe mit seinem vollen Drucke auf die eine Seite des Kolbens wirkt, während auf der anderen, entgegengesetzten

Kolbenfläche ein viel geringerer Druck herrscht. Vermöge dieses Uebergewichtes und der Beweglichkeit des Kolbens wird dieser bis an das Ende des Cylinders hinausgeschoben, dann wird dieser Dampf herausgelassen, wodurch sein Druck auf den Kolben beseitigt wird, und gleichzeitig neuer Dampf auf die entgegenstehende Kolbenfläche geleitet. Dieser neue Dampf schiebt sodann den Kolben wieder nach der anderen Seite des Cylinders hin. Die Aufgabe ist also, den Dampf auf eine schiebbare Fläche arbeiten zu lassen, sodann seine Wirkung aufzuheben und eine solche von der entgegengesetzten Seite eintreten zu lassen. Durch diese Wechsel erfolgt der Umtrieb der Maschine.

Die Steuerungs- und die Condensationsapparate bewirken die richtige Dampf-Zu- und -Ableitung, und die Herstellung der geringeren Pressung auf der nicht von frischem Dampf berührten Seite des Kolbens.

167. Die Figuren 156 bis 164 verdeutlichen eine doppeltwirkende Niederdruckdampfmaschine, die sogenannte Watt'sche Maschine (low pressure-steam-engine, Watt and Boulton steam-engine; machine à vapeur à basse pression).

Alle Dampfmaschinen von niederem Druck arbeiten mit Condensation des Dampfes, d. h. der wirksam gewesene Dampf wird bei denselben durch eingespritztes Wasser erkältet und zu Wasser verdichtet, so wie er aus dem Cylinder tritt. Dies erfolgt in einem besonderen Behälter, dem Condensator (condenser; condenseur); die Einspritzung des kalten Wassers wird durch einen Hahn oder ein Ventil, Einspritzhahn (injection-cock; robinet d'injection) genannt, regulirt.

Wenn das eingespritzte Wasser immer so kalt und so reichlich in den Condensator träte, daß das nach geschehener Condensation vorhandene Wasser nicht viel über 0° Temperatur hätte, so würde eine Luftverdünnung im Condensator eintreten, welche sich der Luftleere sehr näherte; es würde in Folge dessen jeder Quadratzoll der vom Condensatorraum abgekehrten Kolbenfläche schon mit einem Druck von 14 Pfund gedrückt werden, wozu noch der Ueberdruck des Dampfes mit 3 bis 4 Pfund hinzukäme. Nun kann aber einestheils das Wasser nicht so kalt herbeigeschafft werden, dann auch führt dasselbe

ebenso wie der Dampf immer atmosphärische Luft mechanisch beigemengt mit sich. Die letztere läßt sich nicht so wie der Dampf verdichten, und es wird deshalb immer die Wirkung ihrer Spannung, sowie die des nicht ganz zu beseitigenden Dampfdruckes dem Druck des frischen Dampfes auf den Kolben entgegenwirken. Dieser Gegendruck ist nicht leicht unter $^1/_{10}$ Atmosphäre hinunterzubringen, ja man ist häufig zufrieden, wenn er durchschnittlich $^1/_5$ Atmosphäre nicht übersteigt. Nach geschehener Condensation schafft man Wasser und Luft aus dem Condensator heraus, und zwar durch eine besondere Saug- und Hebepumpe, welche Luftpumpe (airpump; pompe à air) genannt wird.

Als Eigenthümlichkeiten der Niederdruckmaschinen finden wir neben der geringen Spannung des angewandten Dampfes ($^1/_4$ Atmosphäre Ueberdruck) den Condensator, den Einspritzhahn und die Luftpumpe vor. Diese drei Theile sind Erfindungen von Watt, dem großen Verbesserer der Dampfmaschine, welche in ihrem Zusammenwirken durch ein interessantes Ineinandergreifen physikalischer Erscheinungen die Wirksamkeit der Dampfspannung unterstützen.

Fig. 156 (a. f. S.) giebt die Ansicht einer Watt'schen Dampfmaschine.

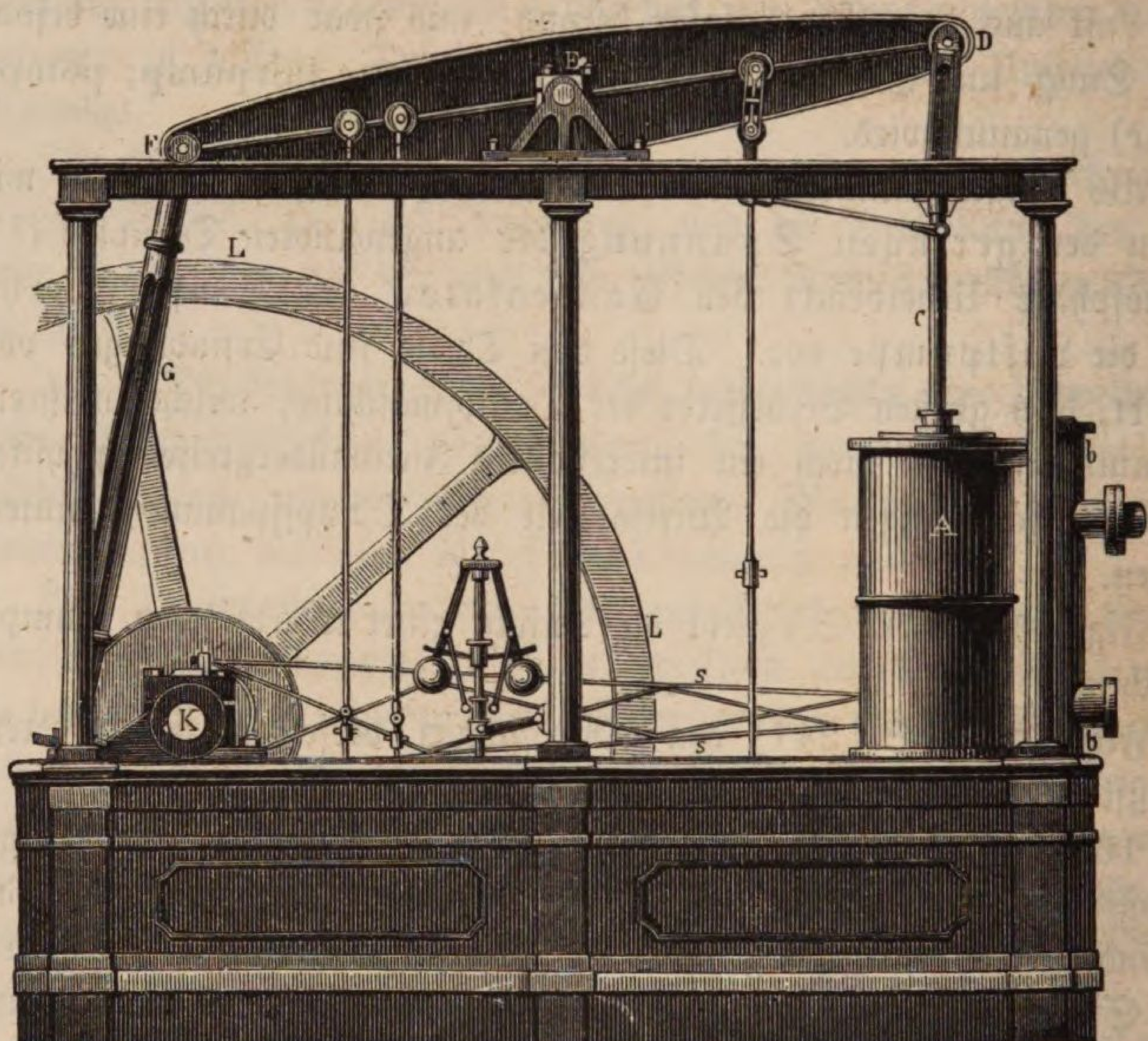
Fig. 157 (S. 241) den Durchschnitt derselben in größerem Maßstabe mit Weglassung des Balanciers.

168. *A* ist der Dampfcylinder, oben und unten dampfdicht geschlossen. *B* der Kolben, der mit Hanfflechten gepackt und an die Cylinderwand schließend gemacht ist. Die Kolbenstange *C* geht durch die Stopfbüchse des oberen Deckels an das Parallelogramm und überträgt durch dieses ihre auf- und abgehende Bewegung an den Balancier *DEF*. *E* Drehachse des Balanciers. Bei *F* ist die Pleuelstange *G* eingelenkt, welche in den Zapfen (die Warze) *H* des Krummzapfens faßt, der auf der Schwungradwelle *K* befestigt ist. Vermittelst der Pleuelstange und der Kurbel wird die auf- und abschwingende Bewegung des Balancierkopfes *F* in die drehende der Kurbelwelle verwandelt. *LL* bezeichnen das Schwungrad. Der Balancier ruht in Zapfenlagern auf einer Gesimsplatte, die von sechs Säulen getragen wird. Diese Säulen finden ihre untere Be-

festigung an dem eisernen Kasten, welcher sämmtlichen Maschinentheilen als Traggerüst dient und selbst auf einem Steinfundament sicher und richtig befestigt ist.

Das Dampfrohr *a* leitet den Dampf vom Kessel in die Dampfbüchse *b*; zwischen beiden liegt die Regulirungs- oder Drosselklappe (Fig. 157). In der Dampfbüchse bewegt sich der Schieber vor den Mündungen der Dampfwege auf und ab. Diesem wird die ent-

Fig. 156.



sprechende Bewegung zur Vertheilung des Dampfes durch die Theile *PQstUV* (Fig. 156, 157 und 163) mitgetheilt. *d* Verbindungsrohr zwischen dem Cylinder und dem Condensator *e*. *g* ist der Einspritzhahn für kaltes Wasser, *h* der Kolben der Luftpumpe mit seinen Klappen *ii*; *k* eine Klappe zwischen Luftpumpe und Condensator, Fußventil genannt; *l* Ausgußkasten der Luftpumpe, in welchen das Saugrohr *n* der Speisepumpe *m* mündet; *o* und *o'* sind Ventile dieser Pumpe, *p* das Druckrohr, welches nach dem Dampfkessel führt.

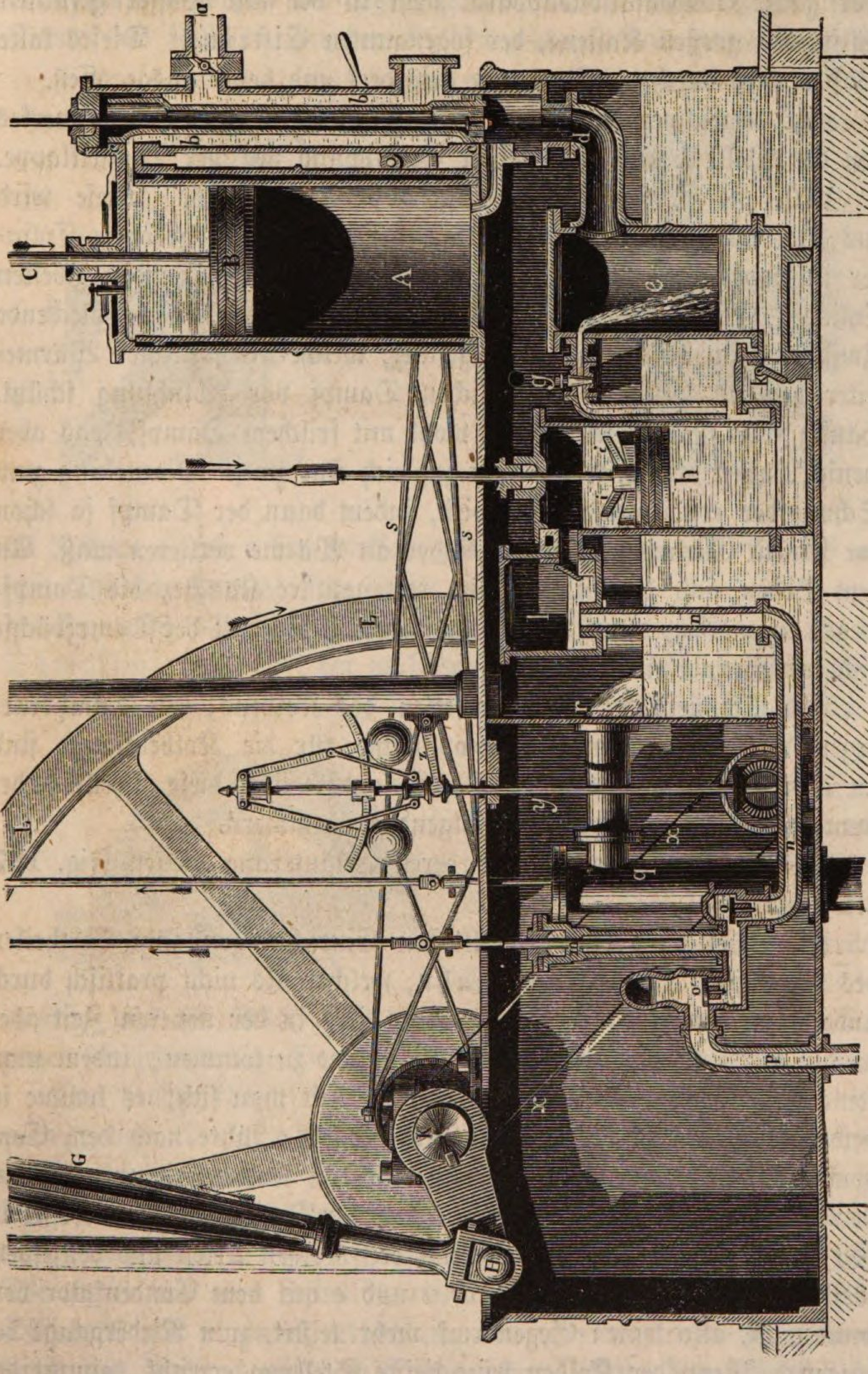


Fig. 157.

Der ganze Condensationsapparat steht in der mit Wasser gefüllten Hälfte des großen Kastens, der sogenannten Cisterne. Dieses kalte Wasser wird durch die Pumpe *q* gefördert und bei *r* ausgegossen.

xyz bezeichnen die Theile des Regulators, seines Triebwerkes von der Welle *k* aus und seiner Verbindung mit der Drosselklappe.

169. a) Die Einrichtung des Cylinders. Diese wird aus Fig. 157, 161 und 164 klar. Der glatt ausgebohrte Cylinder ist von einem oben und unten dampfdicht schließenden zweiten Cylinder (Mantel, auch Hemd genannt) umgeben. Der bleibende Zwischenraum ist nur mit Luft gefüllt, welche als schlechter Wärmeleiter den im Cylinder befindlichen Dampf vor Abkühlung schützt. Häufig füllt man diesen Raum wohl mit frischem Dampf, was aber wenig Nutzen bringt, wenn nicht zugleich eine zweite Mantelung zum Schutze der ersten angewandt wird, indem dann der Dampf ja schon vor seinem Eintreten in den Cylinder an Wärme verlieren muß. An dem Boden und dem Deckel sind rectanguläre Kanäle, die Dampfwege, angegossen, deren Ausmündungsflantschen mit der Dampfbüchse dicht verschraubt sind.

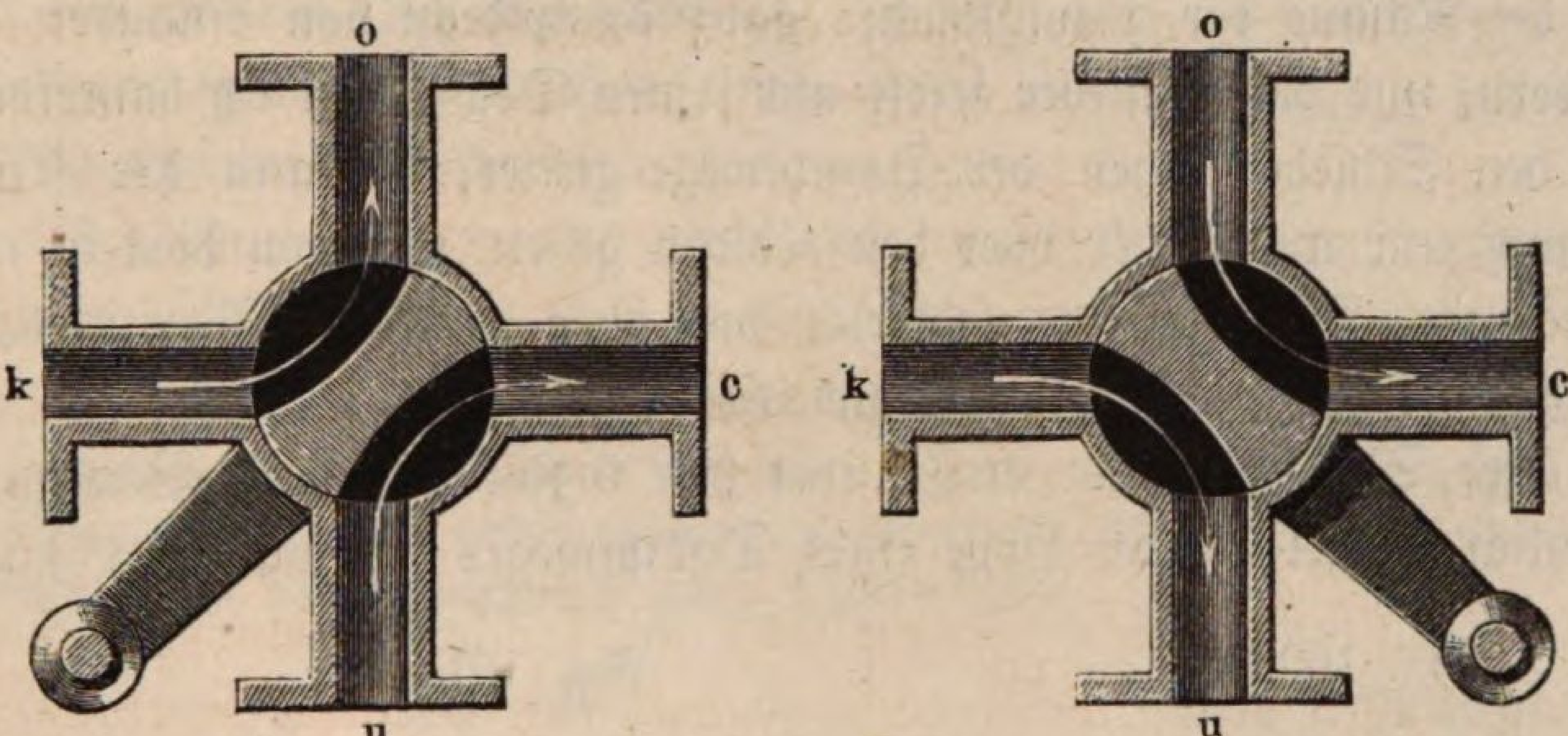
Ein Schmierhahn zum Einfetten des Kolbens, ein Schutzdeckel gegen Abkühlung, und die Stopfbüchse für die Kolbenstange sind an dem Deckel zu gewahren. Das Besondere über diese Theile findet man unter 198 und den dort folgenden Nummern.

b) Die Steuerung. Zu deren Erläuterung dienen Fig. 157 bis 164.

Fig. 158 zeigt eine der ältesten Einrichtungen zum Vertheilen des Dampfes, den Vierwegehahn, welcher als nicht praktisch durch andere Steuerungen verdrängt worden ist, in der neueren Zeit aber wieder hier und da anfängt, in Aufnahme zu kommen, indem man seine Form wesentlich verbessert hat. Denkt man sich, es komme in beiden Figuren das Rohr *k* von dem Kessel, *c* führe nach dem Condensator, *o* über den Kolben, *u* unter den Kolben; dann muß bei der Stellung des Hahns in Fig. 158 a. der Dampf aus dem Kessel in den oberen Theil des Cylinders auf den Kolben treten und denselben, weil der Raum unter ihm durch *u* und *c* mit dem Condensator verbunden ist, also keinen Gegendruck mehr leistet, zum Niedergange bewegen. Wenn der Kolben seine tiefste Stellung erreicht, nimmt der

Schlüssel des Hahns die Lage Fig. 158 b. an, wodurch der frische Dampf des Kessels unter den Kolben gelangt, und diesen, weil nun

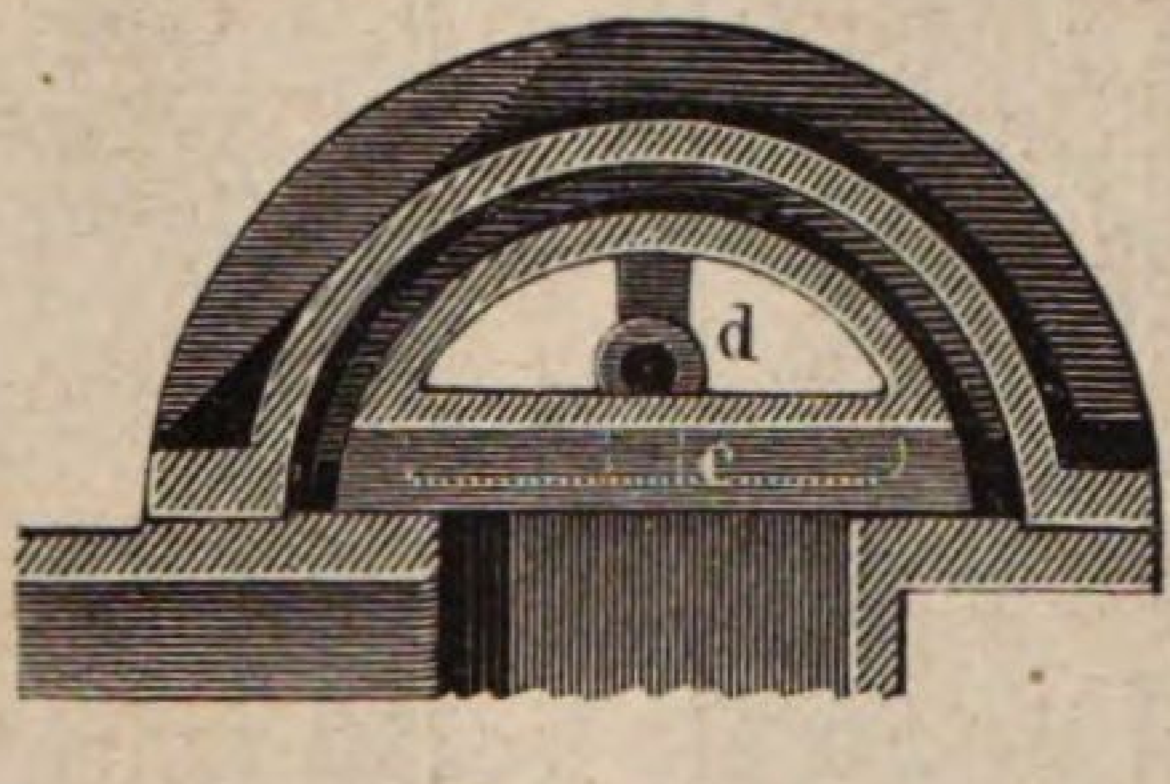
Fig. 158.



die Röhren *o* und *c* den wirksam gewesenen (gebrauchten) Dampf aus dem Cylinder herauslassen, in die Höhe treibt.

In ganz ähnlicher Weise, wie der Vierwegehahn, wirkt der Dampfschieber. Bei der vorliegenden Maschine ist zur Dampfvertheilung der Schieber in D-Form oder D-Schieber (Fig. 159 und 160) gewählt, dessen Stellungen in den Figuren 161 und 162 denjenigen der Fig. 158 entsprechen. Bei der in Fig. 161 gezeichneten Stellung des Schiebers strömt Dampf über den Kolben, bei der in Fig. 162 (S. 245) geht derselbe unter den Kolben. Die Pfeile zeigen die jedesmalige Bewegungsrichtung des Kolbens an.

Fig. 159.



Die Dampfbüchse (distributing-box, nozzle; boîte à vapeur), von ebenfalls Dförmigem Querschnitt, ist durch Liderungen, welche oben und unten zwischen ihrer Wand und dem Schieber eingelegt sind, in drei Räume getheilt. In den mittleren Raum mündet das Dampfrohr, derselbe ist also stets mit frischem Dampf gefüllt. Die unten und oben befindlichen Räume sind durch die Höhlung des Schiebers mit einander verbunden; beide communiciren fortwährend durch das Rohr *d* mit dem Condensator. Den oberen Schluß der

Dampfbüchse macht ein Deckel mit der Stopfbüchse für die Schieberstange, deren Befestigung in einer Querbrücke *d* des Schiebers die Fig. 159 und 160 verdeutlichen. Da die Packungen um den Schieber die Räume der Dampfbüchse ganz dampfdicht von einander absondern, und der Schieber selbst mit seinen Deckflächen *c c* dampfdicht auf den Schieberflächen der Dampfwege gleitet, so kann der frische Dampf nur unter oder über den Kolben gehen, und von dort in entsprechender Art, von unten direkt, von oben her durch Vermittelung der Schieberhöhlung in den Condensator gelangen.

Der Schieber macht im Ganzen hier 5 Zoll (130$^{\mathrm{mm}}$) Bewegung, nämlich so viel als die Höhe eines Dampfweges (2 Zoll, 52$^{\mathrm{mm}}$) und

Fig. 160.

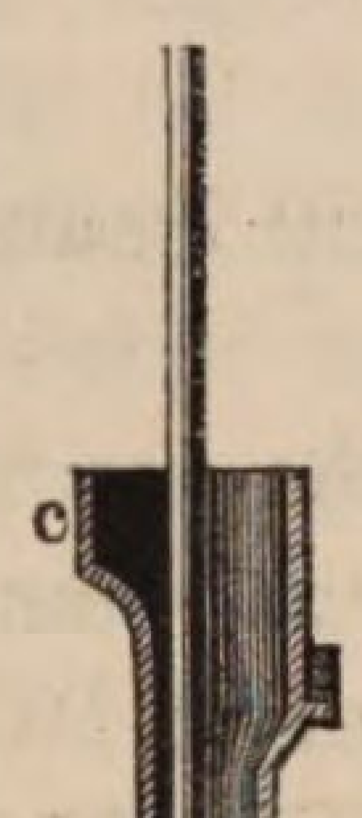
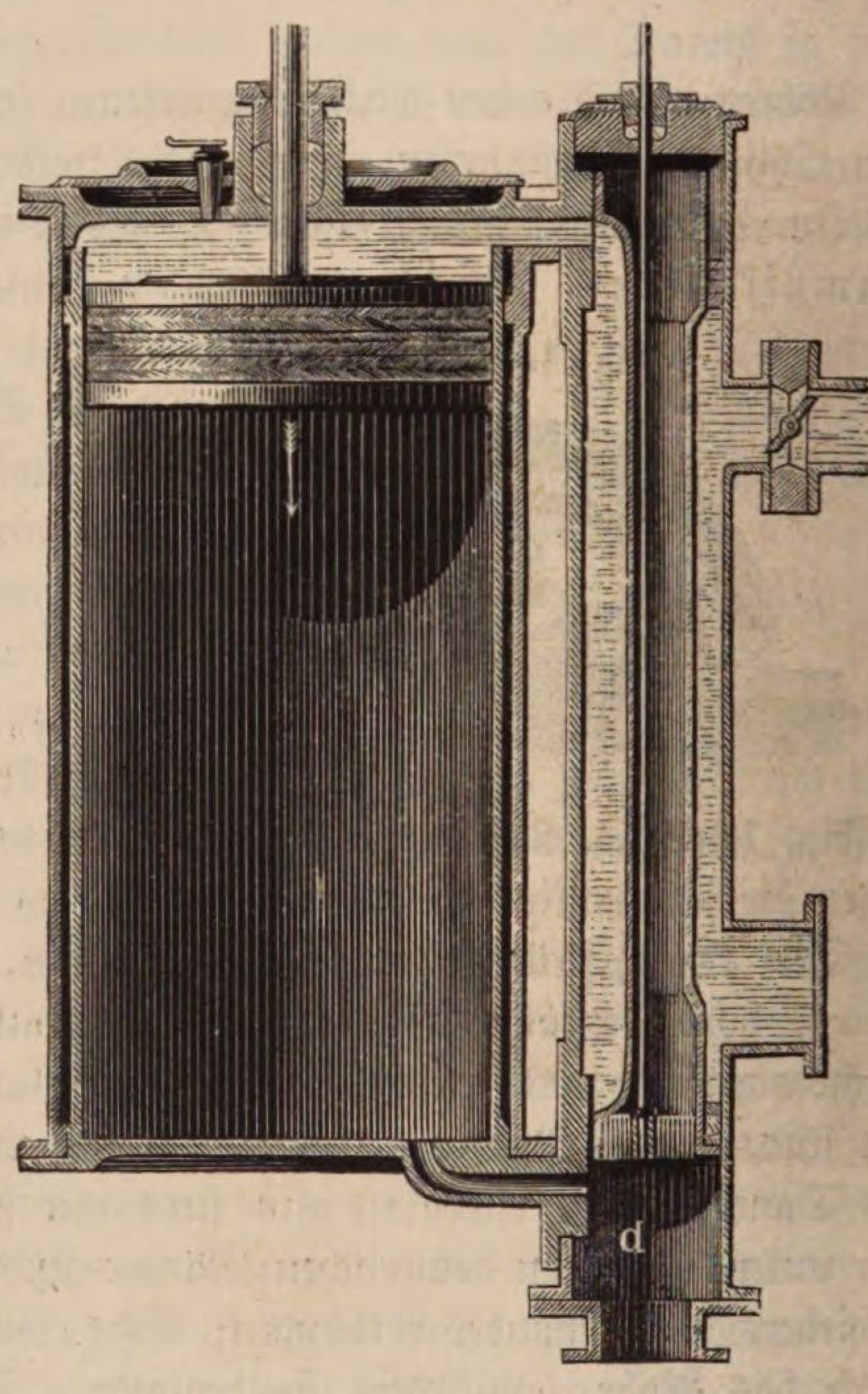


Fig. 161.



die einer Deckfläche (3 Zoll, 78mm) zusammen betragen. Dadurch daß die Deckfläche breiter (höher) als der Dampfweg ist, entsteht ein bestimmter sicherer Abschluß und erfolgt derselbe zugleich schon etwas vor vollendetem Hub des Kolbens. Dieser verfrühete Abschluß des Dampfes (geringe Expansion; siehe unter 174) ist auch bei Niederdruckmaschinen von Vortheil.

Die Liderungen werden durch hier nicht gezeichnete, nach außen gehende Stellschrauben (0,0 in Fig. 269) nieder- und dichtgehalten.

Anmerkung. Die Schieberstellungen in den Fig. 161 und 162 sind in Beziehung zum Kolbenstande nicht richtig. Der Kolben müßte sich vielmehr in jeder der beiden Figuren in der Nähe der Mitte des Cylinders befinden, da die Dampfwege ganz geöffnet sind.

Fig. 162.

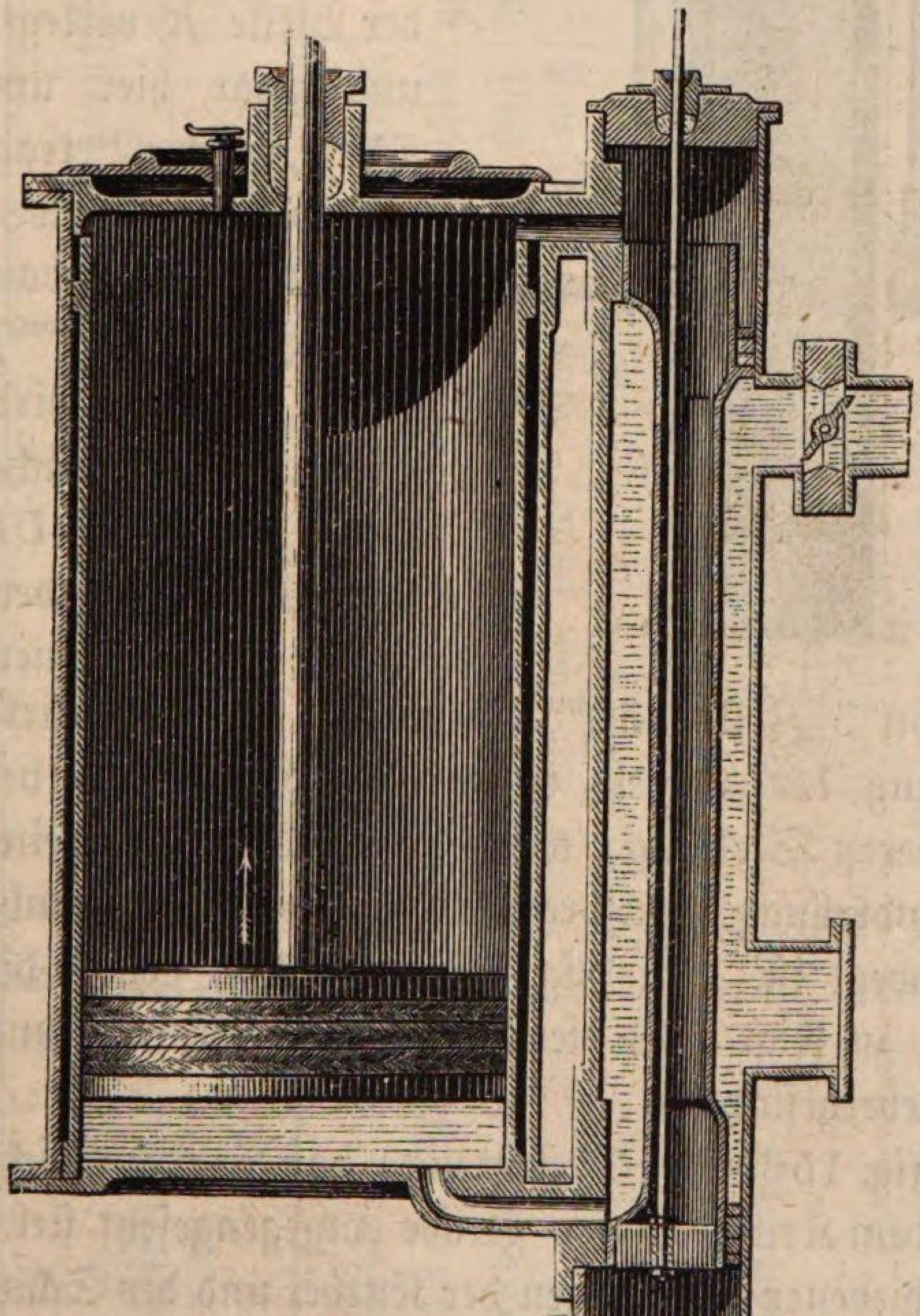


Fig. 163 und 164 (a. f. S.) erläutern den Mechanismus zur regelmäßigen Bewegung des Schiebers. In letzterer Figur bezeichnet *F* den Schieber, von der Rückseite betrachtet, *m m* den Dampfraum; bei *E* ist die obere Dampföffnung punktirt. *R* ist die Schieberstange, an dem Querhaupt *Q* befestigt. Von diesem gehen die Lenkstangen *M M* an die Hebel *U V* auf der Welle *U*, Fig. 163, ab, übertragen also die schwingende Bewegung dieser Hebel an *Q* als eine geradlinig auf- und abgehende auf den Schieber. Im rechten Winkel zu *U V* sitzt auf *U* der He-

bel *Ut*, in dessen Zapfen die Steuerstange (Excentrikstange) *S S* eingehakt ist. Die durch besondere Armirung steif gemachte Steuerstange faßt an zwei halbkreisförmige Bügel *Q*, welche die excentrische Scheibe

Fig. 163.

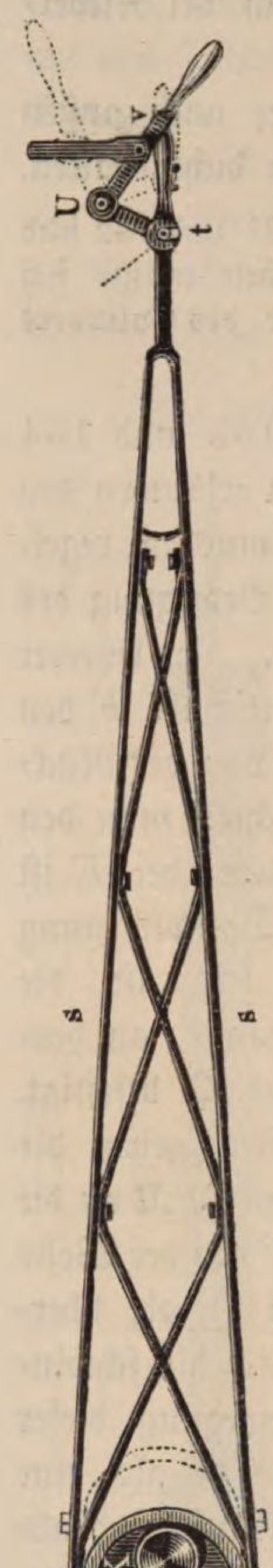
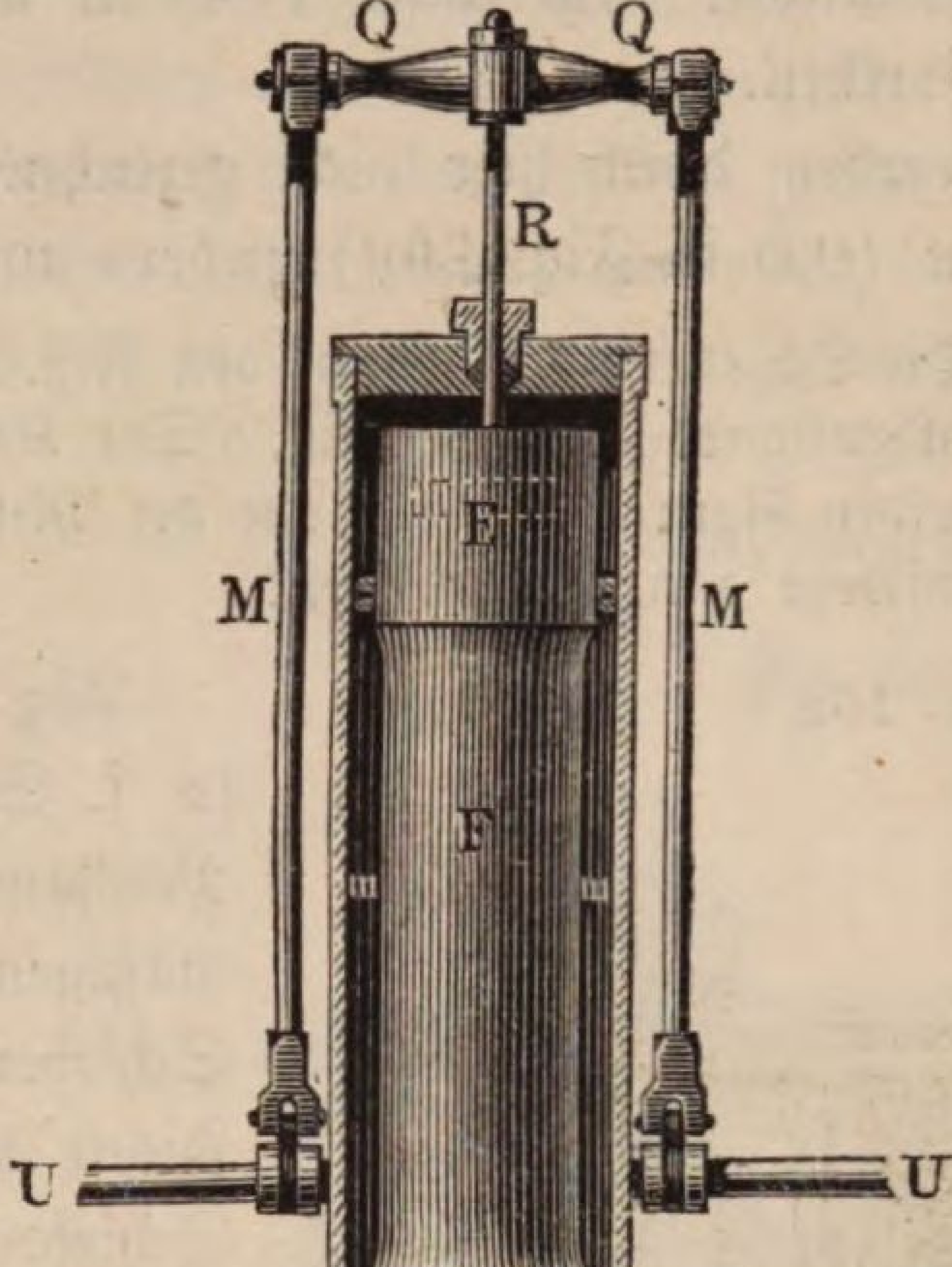


Fig. 164.



P zwar fest umschließen, aber doch das Gleiten der Scheibe in dem geschlossenen Bügel gestatten. Um nun eine hin- und hergehende Bewegung der Stange zu erzielen, ist der Mittelpunkt von *P* aus dem der Welle *K* verlegt, und zwar hier um 71^{mm}, welcher Betrag verdoppelt eine Bewegung der Stange von $5^1/_2$ Zoll (142^{mm}) gibt. Diese wird durch die ungleiche Länge der Hebel *Ut* und *UV* für den Punkt *V* auf einen Schub von 5 Zoll (130^{mm}) reducirt. Eine punktirte Darstellung des Bügels *Q* und des Hebelwerks bezeichnet deren Stellung, wenn die Welle *K* um eine halbe Umdrehung (entsprechend einem Kolbenschub) weiter bewegt ist. Zu Fig. 161 und 164 gehört die punktirte, zu Fig. 162 die vollgezeichnete Darstellung des Schiebergestänges.

In Fig. 156 und 157 sieht man, daß die excentrische Scheibe dem Krummzapfen gerade entgegengesetzt steht. Die verschiedenen Stellungen der Kurbel und der Schiebeberbewegungstheile bei veränderter Stellung des Dampfkolbens zeigt nebenstehende kleine Tabelle. Auf der Welle

Stellung	des Dampfkolbens.			
	Oben.	Mitten abgehend.	Unten.	Mitten aufgehend.
des Krummzapfens	vertikal nach unten.	horizontal, aufgehend.	vertikal nach oben.	horizontal, abgehend.
der excentr. Scheibe	vertikal nach oben.	horizontal, abgehend.	vertikal nach unten.	horizontal, aufgehend.
des Hebels *Ut*	in der Mitte zwischen der vollen und der punktirten Zeichnung.	in der punktirten Stellung, ganz nach rechts geschoben.	in der Mitte.	in der vollen Zeichnung ganz nach links geschoben.
des Hebels *Uv*	horizontal, aufgehend.	ganz oben, punktirte Stellung	horizontal, abgehend.	ganz unten, volle Zeichnung.
des Schiebers	auf mittlerer Höhe, den oberen Dampfweg öffnend, also aufsteigend.	ganz oben, Fig. 157 161 und 164.	auf mittlerer Höhe, den unteren Dampfweg öffnend, absteigend.	ganz unten, Fig. 162
	Der absteigende Kolben muß den Krummzapfen nach oben bewegen; es muß also von oben durch den sich öffnenden Dampfweg frischer Dampf eintreten, während dem unter dem Kolben befindlichen Dampfe der Weg in den Condensator geöffnet wird.	Der Kolben bewegt sich in der Mitte des Hubes rascher, als am Anfang und Ende desselben. Deshalb gänzliche Oeffnung des Dampfweges und dadurch gestatteter voller Zutritt von frischem Dampf.		

U ist noch ein Hebel mit Handhabe (Fig. 163) befestigt, mittelst dessen man den Schieber von Hand stellen kann, sobald die Steuerstange aus *Ut* gelöst ist. Um dieses noch zu erleichtern, sowie auch überhaupt das Gewicht des Schiebers auszugleichen, ist ein dem Hebel *UV* entgegengesetzter vorhanden, an welchem ein Gegengewicht für den Schieber und dessen Gestänge hängt. Zum Anlassen der Maschine ist es nöthig, den Cylinder und den Condensator vorzuwärmen und die darin enthaltene Luft auszutreiben. Dieses bewerkstelligt man vermittelst des Handsteuerhebels, indem man abwechselnd über und unter den Kolben Dampf gibt, auch mehrere Male den Schieber so tief stellt, daß aus der Dampfbüchse *m*, Fig. 164, direkt Dampf an der unteren Schiebfläche *c* vorbei in den Condensator getrieben wird. Die dort in Folge der Dampfeinströmung ausgedehnte Luft kann durch ein nach außen sich öffnendes Ventil, das Schnarchventil (siehe unter c), entweichen.

c) Die Condensation.

Der Condensator *e* ist ein cylindrischer Behälter, in welchen durch das Rohr *d* der gebrauchte Dampf und durch ein anderes Rohr kaltes Wasser aus der Cisterne, dessen Zufluß vermittelst des Einspritzhahns *g* nach Bedürfniß regulirt wird, einströmt. Das Fußventil *k* hindert den Rückgang des in die Luftpumpe übergegangenen Wassers und der beigemengten Luft. In Fig. 157 geht der Luftpumpenkolben abwärts, läßt also Wasser und Luft über sich gelangen, um sie beim Umwechseln der Bewegung in *l* hinauszuwerfen. Weil die Luftpumpe bei jeder Umdrehung der Maschine nur einen Hub vollbringt, wozu zwei Cylinderfüllungen an Dampf verbraucht worden, so muß sie groß genug sein, um bei jedem Hub ihres Kolbens das Condensationswasser für zwei Cylinderfüllungen fortschaffen zu können; gewöhnlich ist die Fläche des Luftpumpenkolbens die Hälfte von derjenigen des Cylinderkolbens. Zum Nachsehen und Einsetzen der Klappen, zum Reinigen der Behälter, Führen der Stange sind besondere Deckel aufgelegt und aufs sorgfältigste luftdicht verschraubt.

Um den Gang der Maschine gut beaufsichtigen zu können, bedarf es einer Vorrichtung, mittelst welcher man die Stärke der Luftver-

dünnung im Condensator messen kann. Diese Vorrichtung heißt Vacumeter (112) (vacuum gauge; indicateur du vide), ist eine Art Umkehrung des Manometers oder ein dem gewöhnlichen Barometer höchst ähnliches Instrument, in verschiedenen Formen ausgeführt, neuerdings meistens in Form der Metallmanometer. Dasselbe gestattet, die Luftverdünnung in Theilen der Atmosphärenspannung abzulesen.

Ein weiterer, namentlich bei größeren Maschinen unentbehrlicher Theil des Condensators ist das sogenannte Schnarchventil (snifter valve; reniflard), eine Art von Sicherheitsventil für den Condensator. Es ist ein leichtes, unbelastetes Ventil, welches sich hebt, sobald die Spannung im Condensator den Atmosphärendruck übersteigt, was beim Anlassen der Maschine leicht von selbst vorkommt, oder, wie unter b) erwähnt, absichtlich durch Einlassen von Dampf herbeigeführt wird, um die Luftleere rasch entstehen zu machen. Kleine Maschinen erhalten statt des Schnarchers häufig nur einen Purgirhahn.

Bei vielen Maschinen ist es nicht möglich, den Schieber von Hand so zu stellen (vergl. unter b), daß er frischen Dampf in den Condensator zu leiten vermag; in diesem Falle muß noch eine vierte Vorrichtung, ein kleines Rohr mit Dampfhahn, angebracht sein, welches aus dem Einlaßrohre frischen Dampf in den Condensator strömen läßt, wenn der Dampfhahn geöffnet wird.

Endlich bedarf jeder größere Condensator auch noch eines Mann- oder Fahrloches, welches meistens ähnlich eingerichtet wird, wie das auf dem Kessel, und dazu dient, die Reinigung des Condensators zu ermöglichen, indem sich in demselben Kesselstein ansetzt und ölige und fettige Substanzen, von den Schmiermitteln des Cylinders herrührend, ansammeln.

170. d) Die bewegten Theile.

Es ist bei der vorliegenden Maschinenanordnung nicht thunlich, die geradlinige, auf- und abgehende Bewegung der Kolbenstange direkt an den Balancier zu übertragen, da dieser eine bogenförmig schwingende Bewegung um den Punkt E vollbringt. Die Vermittelung geschieht am häufigsten durch das (Watt'sche) Parallelogramm, worüber Näheres unter 208 gesagt werden wird. Andere bewegte

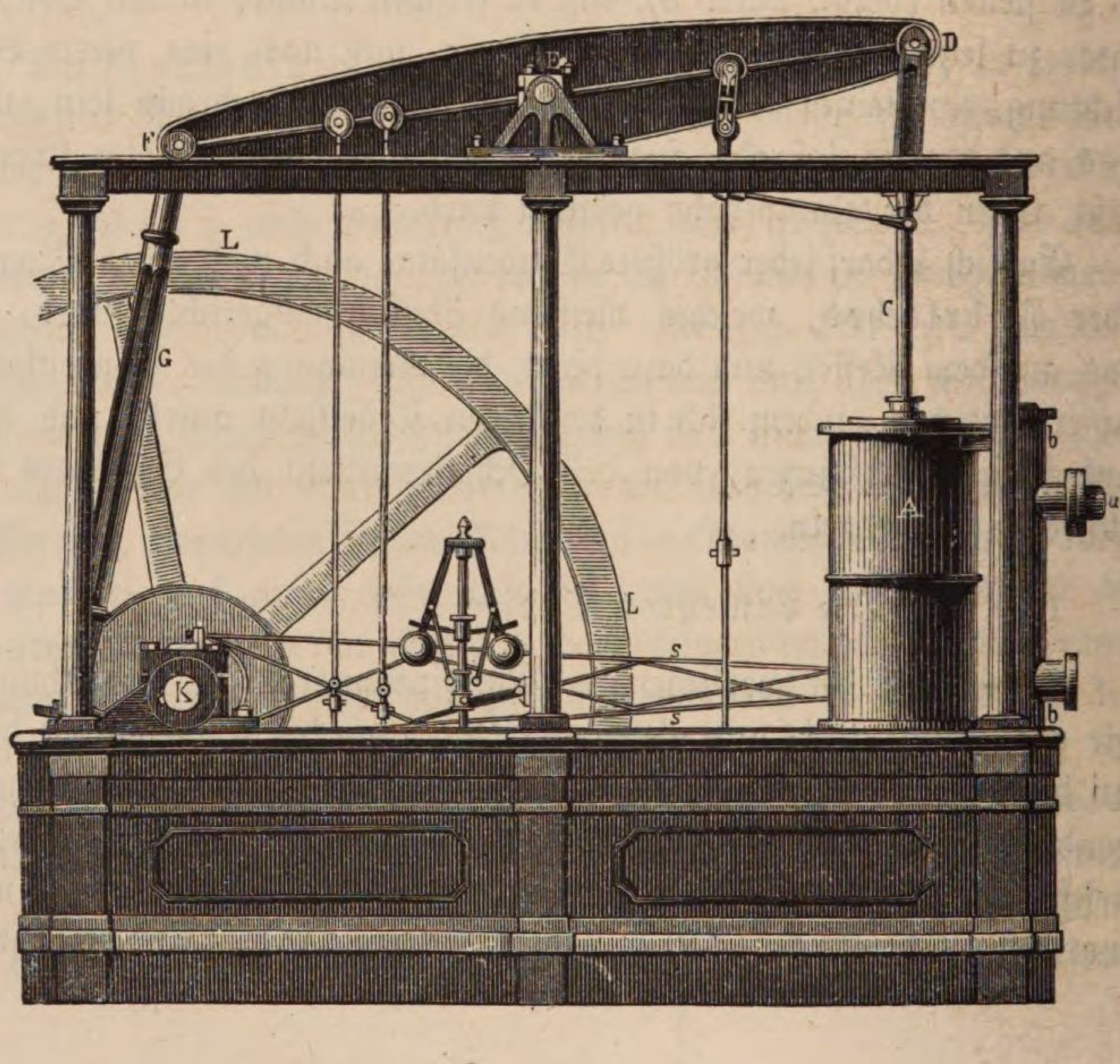
Theile sind hier der Balancier, die Pleuelstange, die Welle und das Schwungrad.

Am Balancier sind die Stangen der Pumpen in solcher Weise angehängt, daß sie möglichst senkrecht und geradlinig gehen.

Die Pleuelstange beschreibt mit dem oberen Theil die bogenförmige Bahn des Balancierzapfens, an dem sie drehbar aufgehängt ist; mit dem unteren führt sie die Warze des Krummzapfens in dem Kreise herum, welcher deren Abstand aus der Mitte von *K* entspricht. Da der Balancier gleicharmig, nämlich die Cylinderseite desselben so lang wie die der Pleuelstange ist, so ist der Hub des Dampfkolbens genau doppelt so groß, als die doppelte Kurbellänge (nämlich von Mitte *K* bis Mitte der Warze gemessen).

Alle Dampfmaschinen mit nur einem Cylinder, deren Zweck ist, eine gleichförmige rotirende Bewegung zu erzeugen, bedürfen eines Schwungrades. Dieses erfüllt zwei wichtige Zwecke bei der Dampfmaschine. Einestheils soll es die Kurbel vermöge seines Be-

Fig. 165.



harrungsvermögens in denjenigen Stellungen nicht zur Ruhe kommen lassen, welche dem obersten und dem untersten Kolbenstand entsprechen. In diesen Stellungen hat nämlich, da alsdann die Pleuelstange in einer und derselben Richtung mit dem Krummzapfen steht, der Kolbendruck gar keine Einwirkung auf die drehende Bewegung des Krummzapfens, diese Einwirkung ist so zu sagen todt; deshalb nennt man jene beiden Stellungen des Kolbens und Krummzapfens die todten Punkte der Maschine, und sagt, das Schwungrad müsse der Maschine über die todten Punkte hinweghelfen.

Ein zweiter und zwar der Hauptzweck des Schwungrades, bei dessen Erfüllung jener erste ganz von selbst erledigt wird, ist der, die drehende Bewegung der Kurbelwelle gleichförmig zu machen.

Wie wir nämlich schon oben sahen, ist die Wirkung des Kolbendruckes auf Umdrehung der Kurbel an den todten Punkten = Null. Dieselbe nimmt von jedem der todten Punkte aus zu, und zwar bis etwa zur Mitte des Schubes, und von da an nimmt sie wieder ab bis zum anderen todten Punkte. Die Umdrehungskraft wird also in gleichen aufeinanderfolgenden Perioden ungleichförmig auf die Kurbel übertragen. Diese Ungleichförmigkeit der Umdrehungskraft ist noch größer bei den weiter unten zu besprechenden Expansionsmaschinen. Dieselbe wird aber ganz unschädlich gemacht durch ein genügend groß und schwer construirtes Schwungrad. Bei einer gewissen Stellung des Krummzapfens steht die Umdrehungskraft im Gleichgewicht mit den Widerständen, welche die Dampfmaschine zu überwinden hat. Wächst die Kraft über diese Größe, so entsteht offenbar ein Kraftüberschuß. Dieser versetzt während seiner Dauer das Schwungrad in schnellere Umdrehung, wodurch dessen Schwung oder, wie die Mechanik sich ausdrückt, dessen lebendige Kraft zunimmt. Bald darauf wird die Kurbel in eine Stellung gelangen, von welcher aus die Umdrehungskraft kleiner wird, als es die Widerstände erfordern, indem die Kraft, wie wir oben sahen, sogar bis auf Null herabsinkt. Hier muß demnach ein Kraftmangel stattfinden. Diesen gleicht aber nunmehr das Schwungrad aus, indem es einen Theil seiner lebendigen Kraft zur Umdrehung der Kurbelwelle aufwendet, wobei es indeß nothwendigerweise an Umdrehungsgeschwindigkeit einbüßt. Kurz darauf beginnt wieder

eine Periode des Kraftüberschusses, und das alte Spiel wiederholt sich. Es finden also bei jeder Umdrehung der Kurbel Geschwindigkeitsänderungen des Schwungrades statt. Dieselben fallen aber um so kleiner aus, je schwerer und größer das Schwungrad ist, und werden, wenn die Abmessungen des Schwungrades eine angemessene Größe haben, so klein, daß man alsdann die drehende Bewegung der Schwungradwelle als gleichförmig ansehen kann.

Der Regulator xyz dient dazu, den Dampfzufluß zu reguliren und die Maschine in gleicher Geschwindigkeit zu erhalten, wenn sich auch deren Belastung oder die Spannung des Dampfes, der Zustand der Condensation u. s. w. ändert. Man sehe unter 212 nach. Bei der vorliegenden Maschine wird er mittelst eines Laufriemens xx von der Schwungradwelle und durch konische Räder umgetrieben. Die Hebelverbindung z, an der Hülse des Regulators beginnend, geht an die Drosselklappe im Dampfrohr. Nimmt die Dampfspannung zu oder wird die Belastung der Maschine vermindert und beginnt demzufolge die letztere rascher zu gehen, so entfernen sich die Kugeln von einander und ziehen die Hülse und mit dieser den Hebel z in die Höhe. Dadurch wird mittelst obiger Verbindung die Dampfklappe etwas geschlossen; im entgegengesetzten Falle aber geöffnet.

171. Die Maschine hat zwei Wasserpumpen, nämlich eine für Herbeischaffung des kalten Wassers, die Saug- und Hebepumpe q, und eine zweite Pumpe m zur Speisung des Kessels; letztere ist eine Druckpumpe. Die Pumpe q zieht Wasser aus einem Brunnen, einer Cisterne oder einem Kanal an. Die Speisepumpe m empfängt vermittelst des Rohres n Wasser aus dem Ausgußkasten l der Luftpumpe, welches Wasser in Folge der Condensation stark vorgewärmt ist.

Beide Pumpenkolben in Fig. 157 sind im Aufgehen, also Ansaugen begriffen, deshalb ist o, das Saugventil der Speisepumpe, geöffnet, o' geschlossen gezeichnet. Ueber o' ist ein Windkessel angebracht, um dort die mitgerissene Luft zu sammeln und die Stöße bei dem Kolbenwechsel zu schwächen.

172. Von der Hochdruckmaschine (high pressure engine; machine à haute pression) sowie auch von der Mitteldruckmaschine ohne Condensation (machine à moyenne pression)

hat man alsbald ein Bild, wenn man in Fig. 156 und 157 die der Niederdruckmaschine eigenthümlichen Theile (167) fortläßt, den gebrauchten Dampf aus *d* gleich an die freie Luft treten läßt, und dagegen den arbeitenden Dampf zwei-, drei- und mehrfach stärker spannt, als bei jener der Fall ist. Daraus geht hervor, daß die Maschinen ohne Condensation recht einfach sind und sich deshalb zu einer viel größeren Verwendung in der Technik eignen, als die Watt'schen Maschinen. Was dort durch Condensation gewonnen wurde, muß hier die stärkere Spannung des Dampfes beibringen, nämlich mindestens den Druck einer Atmosphäre, wenn bei gleichen Dimensionen dieselbe Kraft erzeugt werden soll.

Wir geben in den Figuren 166 und 167 die Zeichnung einer zehnpferdigen Hochdruckmaschine ohne Balancier. Fig. 166 (a. f. S.) Durchschnitt, Fig. 167 Vorderansicht (s. S. 255).

A ist der Dampfcylinder, unten mit einer kräftigen Fußplatte luftdicht verschraubt, oben durch einen Deckel verschlossen, durch dessen Stopfbüchse die Kolbenstange nach außen geht. Sie trägt ein Querhaupt *q*, welches sich mittelst zweier Rollen an den Leitstangen *l l* gerade und parallel mit der Cylinderachse führt. *P* Schubstange, an die Kurbel *Q* angreifend, welche auf der Schwungradwelle *R* festsitzt, *x* Schwungrad. Durch den Lagerbock, auf welchem das vordere Lager der Welle *R* sitzt und der mit der Fußplatte fest verschraubt ist, wird die gegenseitige Stellung des Cylinders und der Welle *R* unabänderlich erhalten.

K ist die Dampfkammer. Aus derselben führt der Dampfweg *d* unter den Kolben *e* über denselben; der mittlere Dampfkanal *g* mündet in das Rohr *r*, welches mit der freien Luft in Verbindung steht. Die Fläche, von welcher aus *d*, *e* und *g* ausgehen, ist die Schieberfläche oder der Schieberspiegel. Die Steuerung geschieht durch den auf dem Spiegel beweglichen Schieber vermittelst des Excentriks *f*, dessen Stange *s* und die Schieberstange *t*. Der Schieber, welcher in Fig. 168 besonders dargestellt ist, hat in der Form Aehnlichkeit mit einer Muschel, weshalb man ihn Muschelschieber (slide valve; tiroir à coquille) nennt.

Fig. 168.

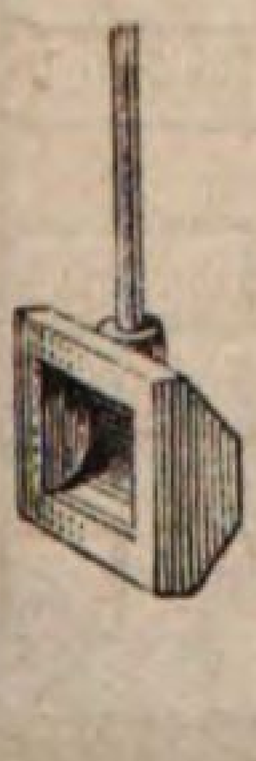

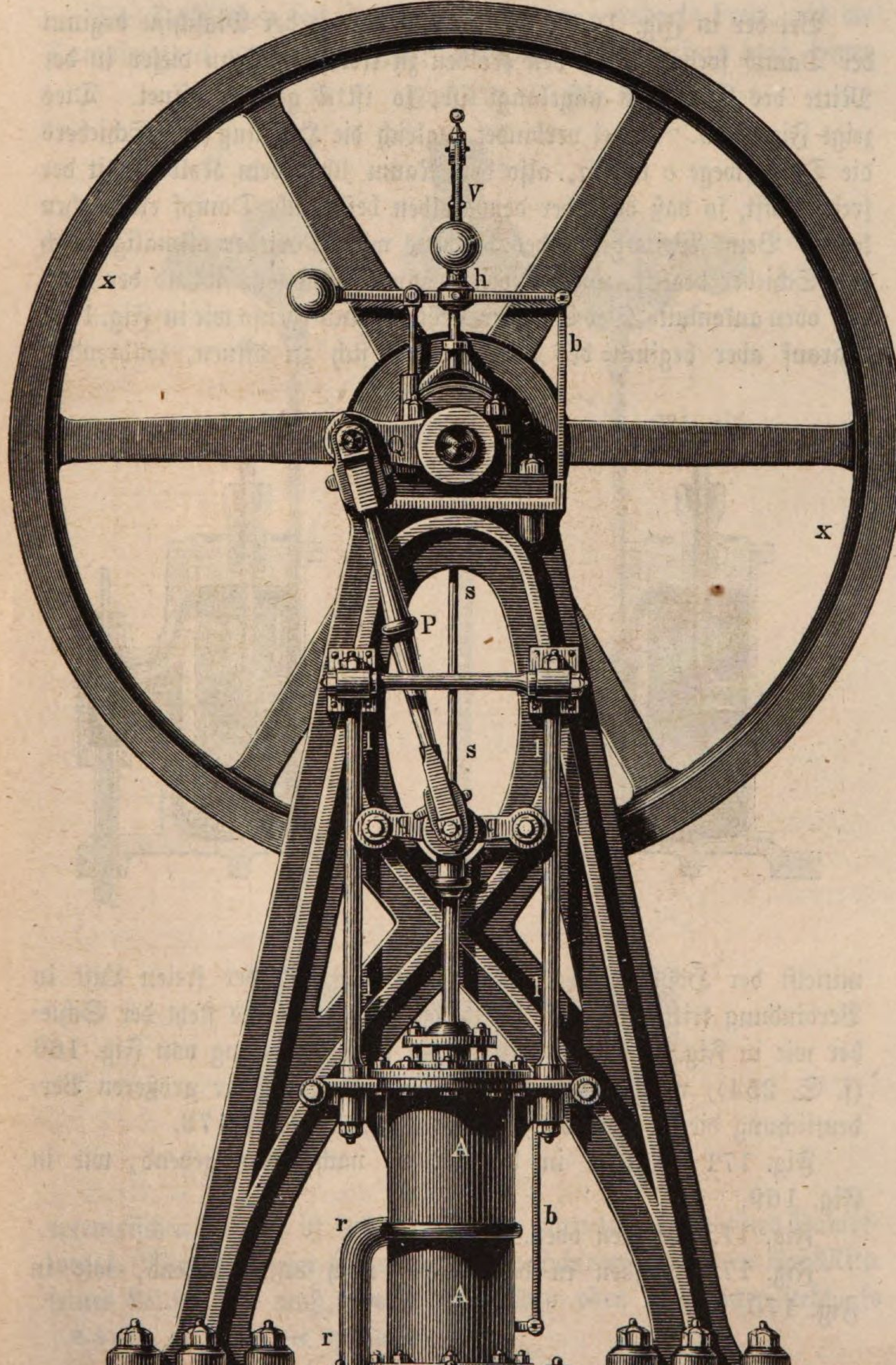


Fig. 166.




V
h
x
b
Q
x
s
P
s
A
A
r
b
r

Bei der in Fig. 166 gezeichneten Stellung der Maschine beginnt der Dampf soeben unter den Kolben zu treten. Wenn dieser in der Mitte des Cylinders angelangt ist, so ist *d* ganz geöffnet. Dies zeigt Fig. 169. Dabei verbindet zugleich die Höhlung des Schiebers die Dampfwege *e* und *g*, also den Raum über dem Kolben mit der freien Luft, so daß der über dem Kolben befindliche Dampf entweichen kann. Beim Weitergehen des Kolbens wird *d* wieder allmälig durch den Schieber bedeckt, und ist wieder ganz geschlossen, sobald der Kolben oben ankommt. Der Schieber steht alsdann ebenso wie in Fig. 166. Darauf aber beginnt der Dampfweg *e* sich zu öffnen, während *d*

Fig. 169.

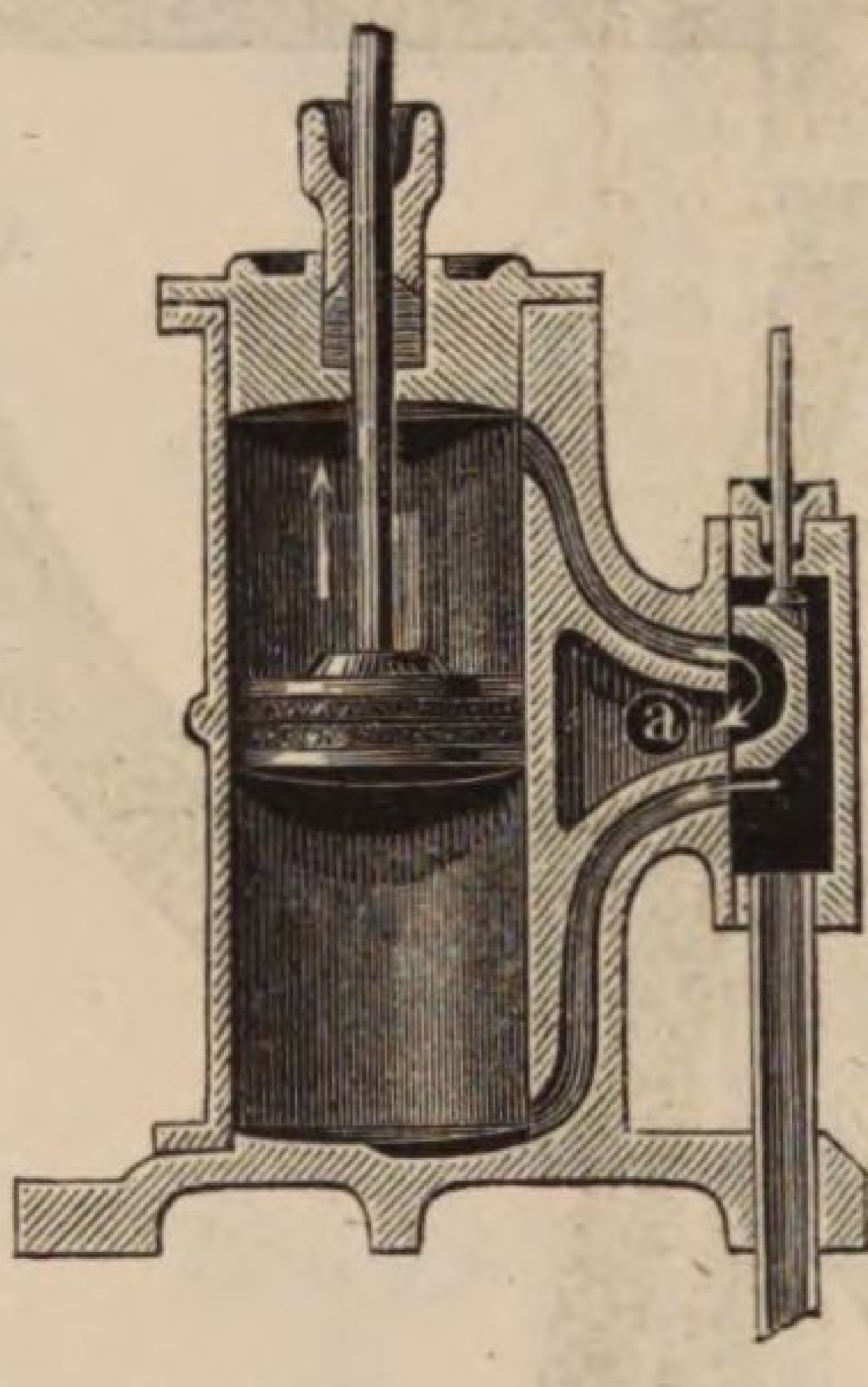
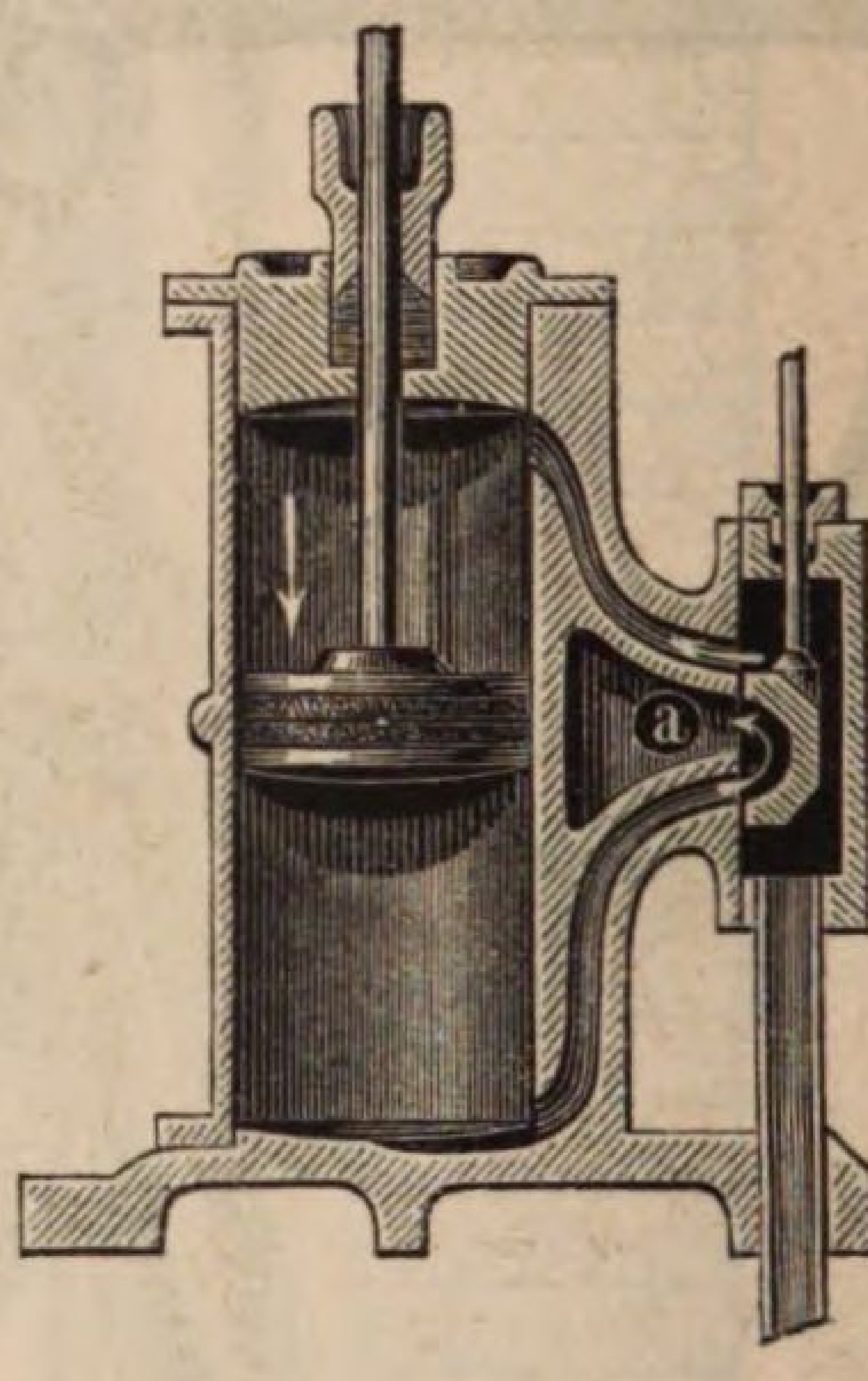


Fig. 170.



mittelst der Höhlung des Schiebers mit *g* und der freien Luft in Verbindung tritt. Auf der Mitte des Kolbenschubes steht der Schieber wie in Fig. 170, und tritt wieder in die Stellung von Fig. 166 (s. S. 254), wenn der Kolben unten anlangt. Zur größeren Verdeutlichung dienen noch die Figuren 171, 172 und 173.

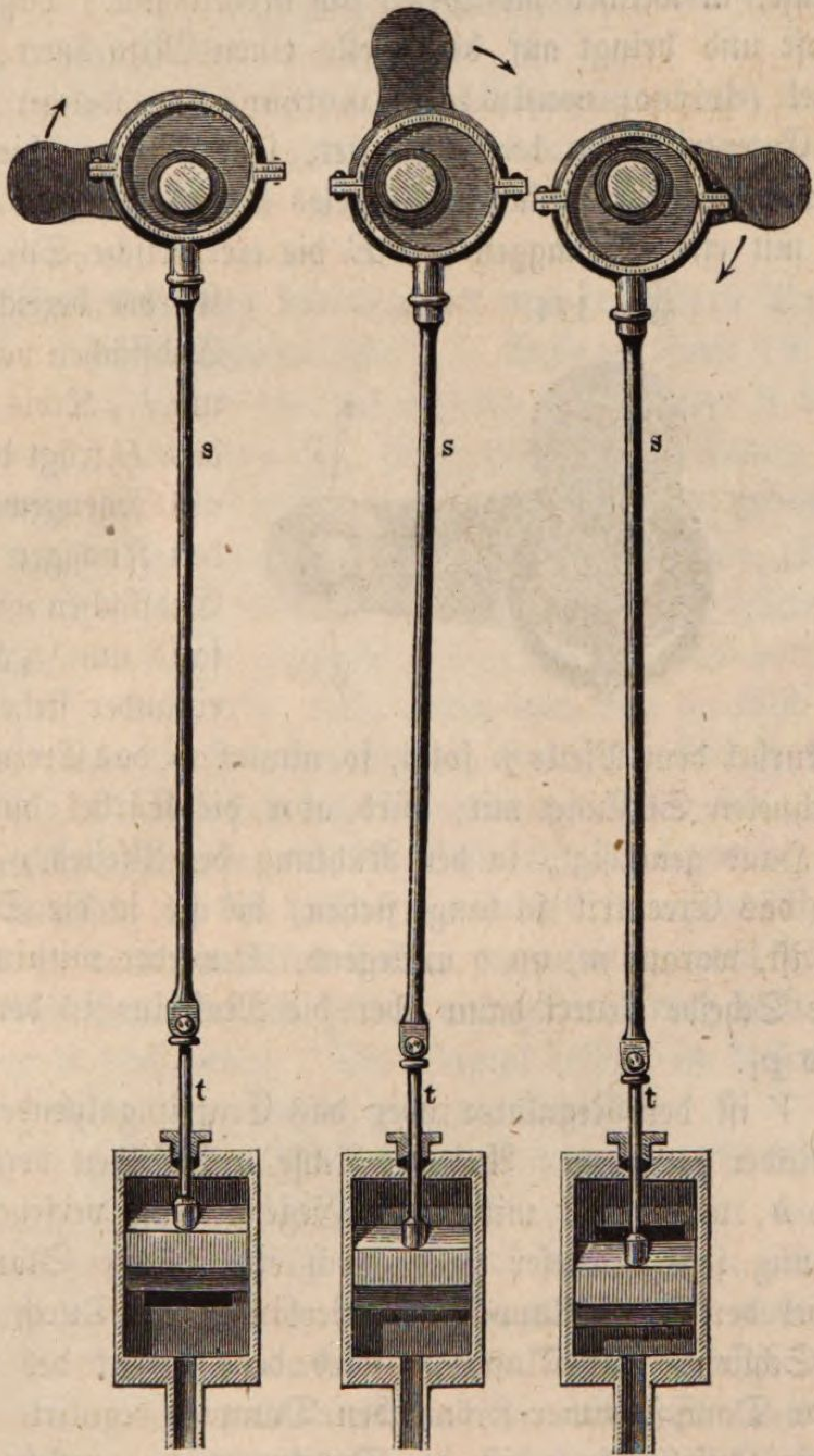
Fig. 171: Kolben in der Mitte, nach oben gehend, wie in Fig. 169.

Fig. 172: Kolben oben.

Fig. 173: Kolben in der Mitte, nach unten gehend, wie in Fig. 170.

Die Deckflächen des Schiebers sind hier gerade so breit, als die Dampfwege *d* und *e* hoch sind; der Hub des Schiebers und seiner

Fig. 171. Fig. 172. Fig. 173.

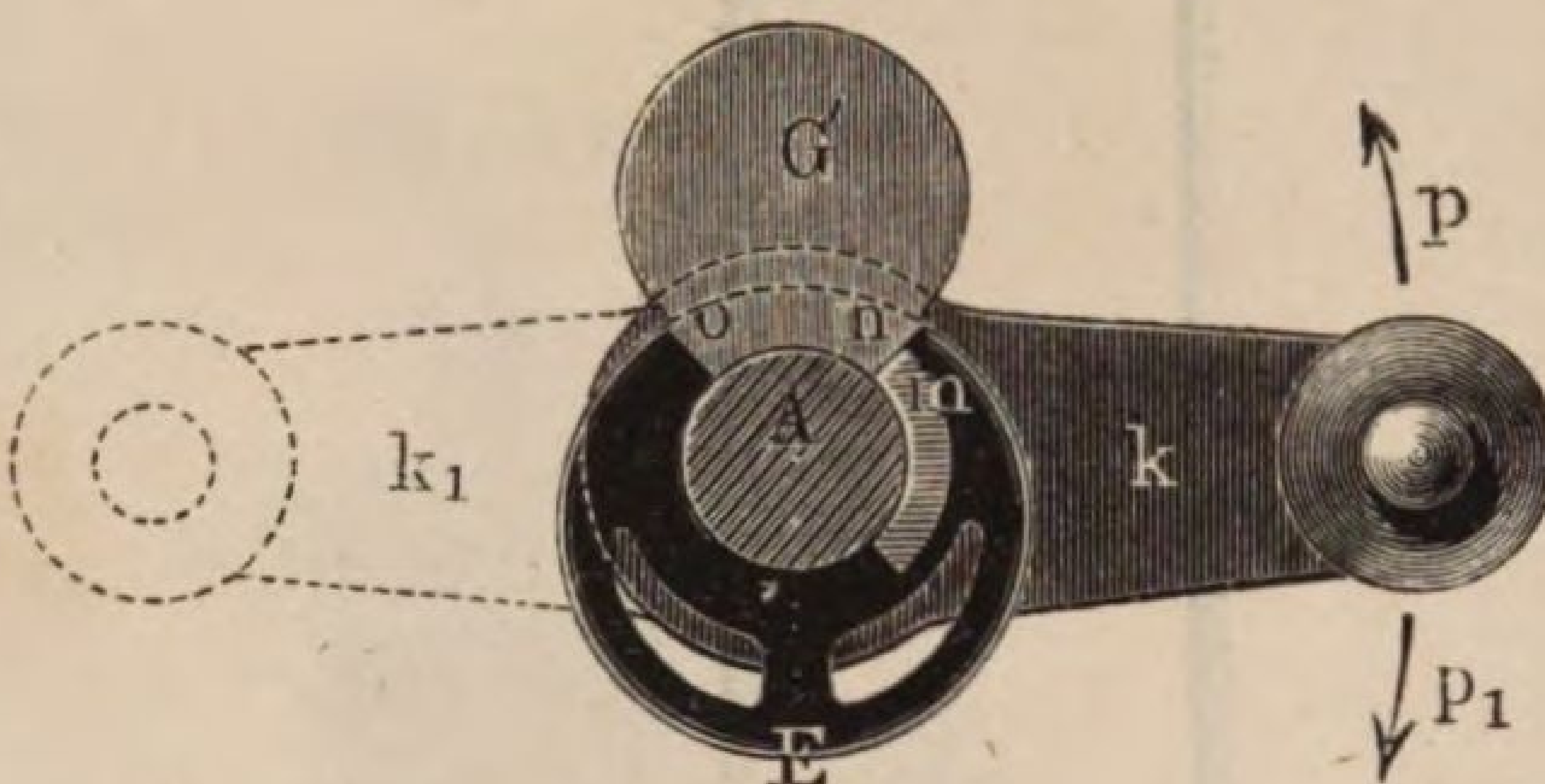


excentrischen Scheibe ist daher gleich der doppelten Höhe eines Dampfweges. Weil bei dieser Einrichtung der Schieber immer in der Mitte seines Laufes sein muß, wenn der Kolben oben oder unten steht, so

muß die Centrallinie der excentrischen Scheibe rechtwinklig zur Kurbel stehen.

Nach welcher Seite sie gerichtet sein muß, wird von der Richtung bedingt, in welcher die Welle sich drehen soll. Läßt man die Scheibe lose und bringt auf der Welle einen Mitnehmer, Knaggen oder Dübel (driver; conducteur moteur) an, welcher eine Drehung des Excentriks um 180° gestattet, so kann man die Maschine vor- und rückwärts gehen lassen. Dieses erläutert Fig. 174, wo *A* die Welle mit einem Knaggen *m*, *E* die excentrische Scheibe, *k* die Kurbel bezeichnet. Die Endflächen von *m* stehen um 1/4 Kreis auseinander; *E* trägt den zugleich als Gegengewicht dienenden Knaggen *G'*, dessen Endflächen *n* und *o* ebenfalls um 1/4 Kreis auseinander stehen. Wenn nun die Kurbel dem Pfeile *p* folgt, so nimmt *m* das Excentrik in der hier gezeichneten Stellung mit; wird aber die Kurbel durch Steuerung von Hand genöthigt, in der Richtung des Pfeiles p_1 zu gehen, so läßt sie das Excentrik so lange stehen, bis sie in die Stellung k_1 gekommen ist, worauf *m*, an *o* anliegend, *E* wieder mitnimmt. Die excentrische Scheibe steuert dann aber die Maschine in der Richtung des Pfeiles p_1.

Fig. 174.



173. *V* ist der Regulator oder das Centrifugalpendel, mittelst konischer Räder getrieben. Auf der Achse *a* desselben verschiebt sich die Büchse *h*, welche den mit einem Gegengewicht versehenen Hebel in Bewegung setzt. Dieser steht durch eine dünne Stange *b* mit einem Hebel der Drosselklappe *n* in Verbindung. Durch das Oeffnen und Schließen der Klappe *n* wird der Zutritt des durch das Rohr *z* zur Dampfkammer strömenden Dampfes regulirt.

Für die Kesselspeisung ist die Druckpumpe *o*, welche durch die excentrische Scheibe *g* getrieben wird, angebracht.

174. Die Spannung des Dampfes, den man in Mittel- und Hochdruckmaschinen (man sehe 25) verwendet, beträgt 2 bis 8 At-

sphären oder 28 bis 112 Pfund Ueberdruck pr. □ Zoll. Man hat zwar noch stärkere Spannungen versucht; bei solchen aber leiden Kessel und Maschinentheile leicht, und die Dichtung der Verbindungen ist schwierig. Doch geht man namentlich bei den Lokomotiven jetzt bis zu 10 Atmosphären Ueberdruck.

Ein großer Gewinn ist bei den Dampfmaschinen durch Anwendung der Expansion oder Absperrung (expansion détente) des Dampfzuflusses vor dem vollendeten Kolbenlaufe erzielt worden.

Zur Verdeutlichung bedienen wir uns der Worte Bernouilli's in dessen „Dampfmaschinenlehre“, 5. Auflage, Seite 79.

„Hat der Dampf eine Spannung von 1 oder 2 Atmosphären, so hebt er so vielmal 14 resp. 28 Pfund, als der Kolben □ Zoll hat.

„Würde nun so viel Dampf in den Cylinder gelassen, daß der Kolben damit die Hälfte des Laufes vollenden kann, so würde der Kolben sich mit seiner Last nicht weiterbewegen. Er bliebe stehen, und jenes wäre mithin das erreichbare Maximum der mechanischen Kraft.

„Es ist indessen klar, daß, wenn man nun die Last verminderte, der Kolben noch mehr heben könnte; denn der Dampf als ausdehnbare Flüssigkeit wird sich sofort weiter ausdehnen und zwar so lange, bis seine Expansivkraft mit der Last im Gleichgewicht ist. Würde die Last allmälig um die Hälfte vermindert, so würde sich der Dampf ungefähr zu dem doppelten Volum expandiren, weil er dann noch halb so viel Expansivkraft hätte, und hiermit noch halb so viel Gewicht eben so hoch heben. Der Dampf leistete in diesem Falle also eine um mehr als die Hälfte größere Wirkung.

„Wie sehr sich die Wirkung einer gegebenen Menge Dampf erhöhen läßt, wenn er sich noch expandiren kann, ist aus Folgendem leicht zu erkennen. Theilt man einen Cylinder in 20 Theile oder den Kolbenlauf in 20 Stationen ab, und sperrt man den Dampf ab, wenn der Kolben den vierten Theil seines Laufes vollendet hat, so wird der Dampf während der fünf ersten Stationen mit seiner vollen Kraft, die wir = 1 setzen, auf den Kolben drücken; bei der sechsten aber nur mit $^5/_6$ oder 0,83, weil der Raum ohne Dampfzufluß sich um $^1/_5$ vergrößert hat. Bei der siebenten wird der Dampf nur mit $^5/_7$ seiner ersten Kraft oder mit 0,7, bei der achten mit $^5/_8$

oder 0,63, und endlich bei der zwanzigsten nur mit 5/20 oder 0,25 auf den Kolben drücken.

„Die einzelnen Wirkungen werden also folgende sein:

bei	der	1sten	Station	ist	der	Effekt	=	1
„	„	2ten	„	„	„	„	=	1
„	„	3ten	„	„	„	„	=	1
„	„	4ten	„	„	„	„	=	1
„	„	5ten	„	„	„	„	=	1
„	„	6ten	„	„	„	„	=	0,83
„	„	7ten	„	„	„	„	=	0,70
„	„	8ten	„	„	„	„	=	0,63
„	„	9ten	„	„	„	„	=	0,56
„	„	10ten	„	„	„	„	=	0,50
„	„	11ten	„	„	„	„	=	0,45
„	„	12ten	„	„	„	„	=	0,42
„	„	13ten	„	„	„	„	=	0,39
„	„	14ten	„	„	„	„	=	0,36
„	„	15ten	„	„	„	„	=	0,33
„	„	16ten	„	„	„	„	=	0,31
„	„	17ten	„	„	„	„	=	0,29
„	„	18ten	„	„	„	„	=	0,28
„	„	19ten	„	„	„	„	=	0,26
„	„	20sten	„	„	„	„	=	0,25

Und die Summe aller Wirkungen 11,56.

„Wäre der Dampf fortwährend eingeströmt, so hätte man allerdings eine Wirkung = 20 erhalten; allein es wäre auch das Vierfache des Dampfes verbraucht worden.

„Mit dem vierten Theil des Dampfes hat man also durch dieses Absperrungsverfahren mehr als die Hälfte des gleichen Effektes erhalten; oder dasselbe Dampfquantum leistet mehr als das Doppelte, als wenn keine Expansion stattgefunden hätte.

„Die wirkliche Vermehrung der Dampfkraft in Folge der Expansion ist freilich nicht genau die oben berechnete, denn vorausgesetzt auch, daß keine Wärme verloren geht, so wird doch die Temperatur des Damfpes abnehmen und dieselbe bei halber Dichtigkeit also

weniger, als halb so viel Spannung haben. Dehnt sich doppelter Dampf (von 122°) in einfachen aus, so sinkt die Temperatur auf 100°, indem Wärme latent wird, und auf 82°, wenn er sich bis zum vierfachen Raume ausdehnt. So wie die Expansivkraft mehr als die Dichtigkeit wächst, weil die Temperatur zugleich steigen muß, so wird sie umgekehrt auch in stärkerem Verhältniß abnehmen.

„Ein Maaß Dampf, das man bis zum zweifachen Volumen sich expandiren läßt, oder mit Absperrung bei $1/2$ des Laufes, leistet 0,84 so viel, als 2 Maaß desselben Dampfes ohne Absperrung oder mit vollem Druck arbeitend; und mit Absperrung

bei $1/3$ . . . . 0,70 der dreifachen Menge ohne solche;
bei $1/4$ . . . . 0,57; bei $1/5$ . . . 0,52; bei $1/6$ . . . 0,46;
bei $1/7$ . . . . 0,42; bei $1/8$ . . . 0,39;

d. h. läßt man bei jedem Hub 1 Kubikfuß Dampf in einen Cylinder von 3 Kubikfuß Inhalt treten, so daß er sich aufs Dreifache ausdehnen kann, so erhält man mehr als zweimal so viel Kraft, als aus 1 Kubikfuß dieses Dampfes ohne Expansion."

Der nachfolgende Vergleich einer zehnpferdigen Volldruckdampfmaschine und einer gleich starken mit Expansion wird die Vortheile der letzteren recht erkennen lassen.

Die Dampfspannung für beide Maschinen sei gleich 35 Pfund pr. □ Zoll oder $2^1/_2$ Atmosphärenüberdruck; die Expansion in der zweiten Maschine erfolgt bei $1/3$ des Hubes.

Maschine ohne Expansion.

Cylinder-Durchmesser	Kolbenfläche pr. Pferdestärke	Zahl der Hübe pr. Min.	Kolbengeschwindigkeit pr. Min.	Dampfverbrauch pr. Sec.	Steinkohlenverbrauch pr. Stunde	Schwungring-Durchmesser	Schwungring-Gewicht
Zoll.	□ Zoll.		Fuß.	Pfund.	Pfund.	Fuß.	Pfund.
8,5 0,222m	5,674 0,0384□m	50,8	187 58,7m	0,214	115	6,5 2,04m	1007
Maschine mit Expansion.							
11,25 0,294m	10,843 0,0741□m	42,9	211 66,2m	0,147	71	8 2,512m	1825

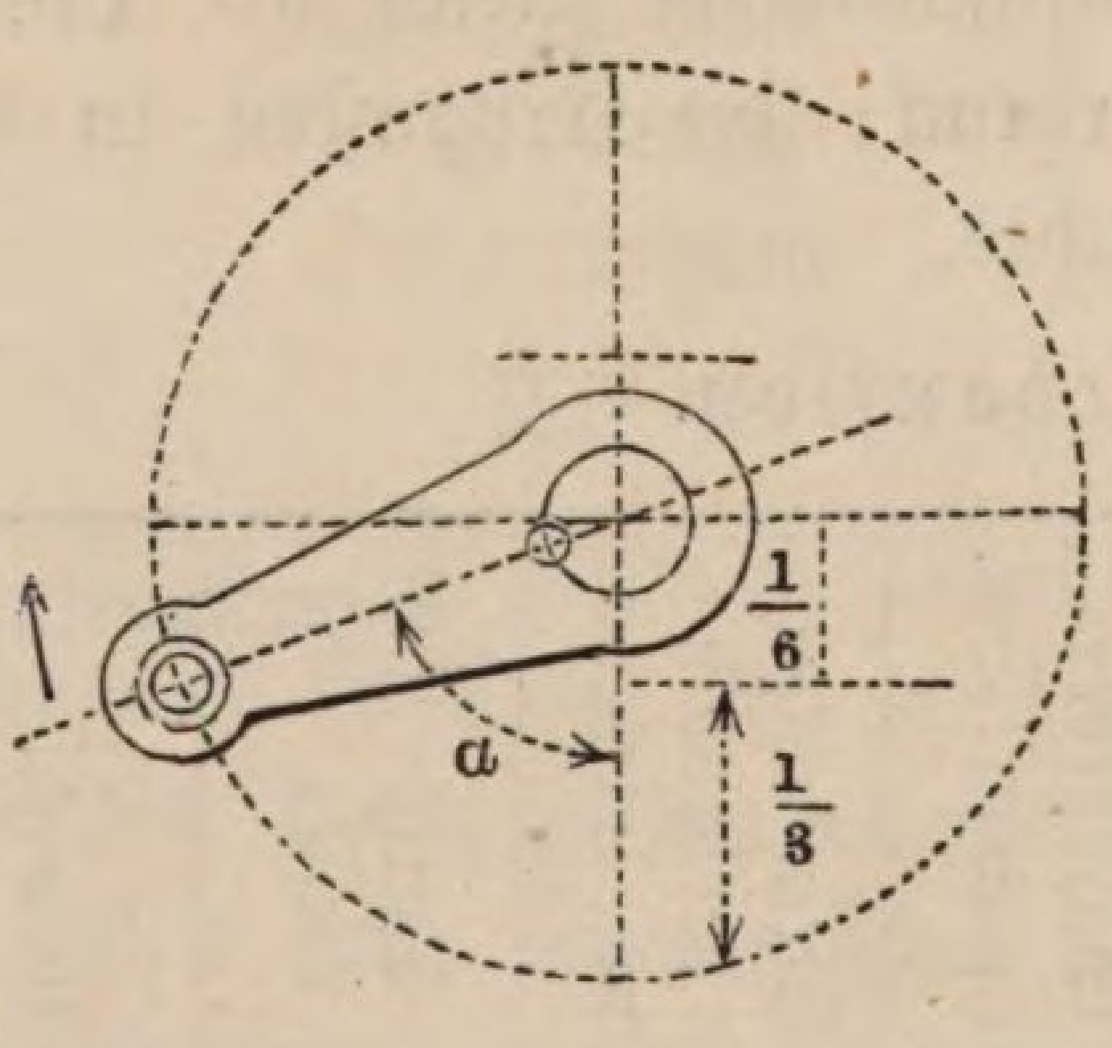
Man ersieht hieraus, wie für den gleichen Effekt bei derselben ursprünglichen Dampfspannung

die Expansionsmaschine größeren Cylinderdurchmesser, mehr Kolbengeschwindigkeit, größeres und schwereres Schwungrad hat, als die Maschine ohne Expansion, dagegen weniger Dampf und deshalb weniger Steinkohlen verbraucht.

Die Volldruckmaschine würde bei Anwendung von dreifacher Expansion etwas mehr als 4 Pferdestärken, die Expansionsmaschine ohne Expansion arbeitend circa 21 Pferdestärken entwickeln, unter Voraussetzung der für beide Fälle erforderlichen Abänderungen der Dimensionen.

Expansionsmaschinen mit rotirender Bewegung erfordern sehr schwere Schwungräder, Expansionsmaschinen ohne Drehung aber schwere in Bewegung zu setzende Massen, damit die durch die volle Wirkung des Dampfes den bewegten Massen mitgetheilte lebendige Kraft den Kolben durch den noch unter Expansionswirkung zurückzulegenden Weg fortbewege. Erfolgt z. B. in einer Maschine die Expansion bei $^1/_3$ des Kolbenschubes, so hat die Kurbel die Stellung in Fig. 175; der Winkel ist $a = 71^0$. Es ist nun bekannt, daß bei der verlangten gleichförmigen Bewegung der Kurbelwarze der Kolben sich ungleichförmig auf- und abbewegt, und zwar, daß diese Bewegung von Anfang des Schubes bis zur Mitte zunimmt, von da bis zum Ende nachläßt, bis sie 0 wird und in die absteigende umkehrt. In der Fig. 175 hat die Kurbel noch 109^0, also weniger als $^2/_3$ der halben Drehung zu durchlaufen, der Kolben muß aber noch gerade $^2/_3$ des Schubes machen und zwar $^1/_6$ mit beschleunigter, die anderen $^3/_6$ mit abnehmender Geschwindigkeit. Beide Wege werden unter Einwirkung von expandirendem Dampf zurückgelegt, und da die Belastung der Maschine nicht abnimmt, so muß das Schwungrad so viel lebendige Kraft aus der ersten Dampfwirkung empfangen, daß die noch fehlenden 109^0 des Weges ohne

Fig. 175.



Stockung durchlaufen werden können. Somit hat das Schwungrad einer Expansionsmaschine vier Störungen für jede Umdrehung zu reguliren, nämlich die der beiden Kolbenwechsel und die beiden Einflüsse der Expansion.

Wenn gar der Widerstand (Last) an der Stelle zunimmt, wo die Expansion eintritt, so ist der Gang der Maschine und ihre Leistung leicht mangelhaft, wenn nicht dem Schwungrade ganz bedeutende Dimensionen gegeben werden. Dieser Umstand ist z. B. zu beachten bei Gebläsemaschinen, wo die Dampf- und Gebläsekolben entweder direkt oder indirekt (durch einen Balancier) verbunden sind, sich also gleichartig bewegen, und wo außerdem behufs der Steuerung eine Schwungradwelle mit Schwungrad angebracht ist. An einer derartigen Maschine beobachteten wir, daß nur Expansion über $^1/_2$ des Schubes möglich war; Expansion unter $^1/_2$ des Schubes brachte die Maschine vollständig zum Stehen.

175. Die Expansionswirkung des Dampfes kann auf zweierlei Art erfolgen: 1) in den Maschinen mit einem Cylinder wird durch die Steuerung oder andere Vorrichtungen der Dampfzufluß unterbrochen, ehe der Kolben seinen vollen Weg zurückgelegt hat; 2) in den Maschinen mit zwei Cylindern füllt sich der erste (kleinere) ganz oder zum Theil mit gespanntem Dampf, und dieser gebrauchte Dampf strömt nach dem Kolbenwechsel in den zweiten drei- bis fünfmal so großen Cylinder, dehnt sich dort aus zu Dampf von sehr niedriger Spannung und wird zuletzt noch condensirt. (Maschine von Woolf.)

Die verschiedenen Expansionsvorrichtungen für die erste Art der Expansionswirkung sind nachstehend aufgeführt.

1) Expansion durch den Vertheilungsschieber, der zu diesem Zwecke besonders mit Bedeckungsflächen construirt wird, Clapeyron, Cabry, durch excentrische Scheibe bewegt, Stephenson, Gooch, Allan und andere.
2) Expansion durch den Vertheilungsschieber, der ruckweise Bewegung empfängt:
   a. durch eine sogenannte unrunde Scheibe;
   b. durch eine unrunde Scheibe, deren Hub durch den Regulator verändert wird; Zuest.
   c. durch die Triebstange bewegt; Schneider, Hawthorn.

3) Expansion von **Evans** durch den rotirenden Dampfvertheilungsschieber; diese Einrichtung ist so wie die aller rotirenden Schiebventile leicht einer ungleichmäßigen Abnutzung unterworfen und deshalb unpraktisch; ist unveränderlich während des Ganges der Maschine.

4) Expansion von **Saulnier, Imbert.** Ein zwischen Admissionsklappe und Vertheilungsschieber gelegener massiver Schieber geht vor der Oeffnung der Dampfbüchse auf und ab, und zwar zweimal für einen Vollhub. Der Expansionsgrad ist während des Ganges der Maschine durch Höher- oder Tieferstellen des Expansionsschiebers veränderlich.

5) Expansion ähnlich der vorigen, wo der Schieber aber eine Oeffnung gleich derjenigen der Dampfbüchse hat, und nur **eine** volle Bewegung für jeden Vollhub der Maschine macht. Diese Expansionsart ist nur durch Veränderung des Schieberhubes veränderlich.

6) Expansion von **Cavé**, der eine runde, fächerförmig durchbrochene Scheibe auf der ähnlich durchbrochenen Rückwand des Dampfkastens rotiren läßt; veränderlich während des Ganges.

7) Expansion durch einen auf dem Vertheilungsschieber liegenden Schieber, und zwar:

   a. der Expansionsschieber wird durch den Vertheilungsschieber vermittelst Reibung mitgenommen und gestellt. **Farcot** und andere;

   b. der Expansionsschieber hat eine eigene Stange und besondere Bewegungsapparate. **Meyer** in Mühlhausen, C. Schultz in Mainz und andere.

   Beide Arten sind während des Ganges veränderlich.

8) Expansion durch die Admissionsklappe (Ventil) und den Regulator von **Meyer**; hierbei wird die Expansion je nach der augenblicklich erforderlichen Kraftentwickelung der Maschine regulirt.

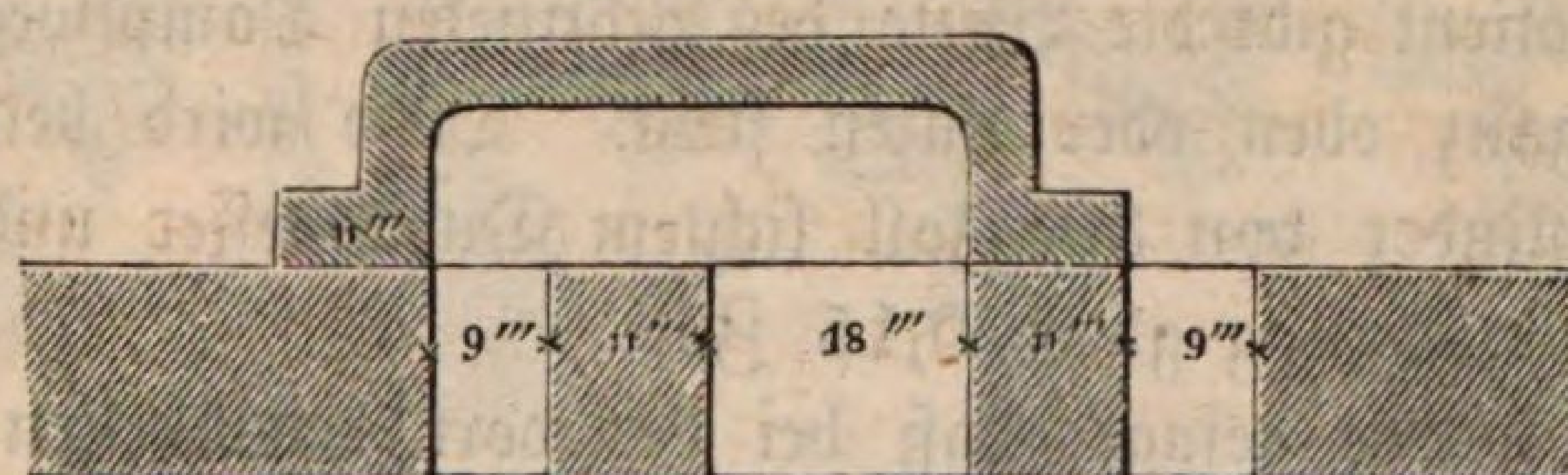
9) Expansion durch die Admissionsklappe (Glockenventil) und verstellbare Excentriks. Die Expansion kann nur beim Stillstand der Maschine geändert werden.

10) Expansion vermittelst des Einlaßschiebers bei Anwendung von

vier Schiebern, zwei für Einlaß, zwei für Auslaß (Corliß hat Drehschieber, Hansen wendet Glockenventil an (Fig. 199 und 201). Die Expansion wird durch den Regulator verändert, je nach dem Bedarf.

Die Schieber der Maschinen von der in Fig. 166 und 167 dargestellten Art bekommen jetzt andere Verhältnisse, als dort angegeben ist. Man läßt nämlich des bessern Abschlusses halber sowie um ein verfrühtes Schließen der Dampfwege zu erlangen, ihre Deckflächen nach innen und nach außen um etwa eine Linie vorspringen, macht solche also um zwei Linien breiter als die Dampfwege. Der mittlere

Fig. 176.



Kanal wird 2= bis $2^1/_2$ mal so hoch genommen, als jeder der Kanäle für den frischen Dampf.

Der Querschnitt der Dampfwege für die Zuleitung wird $^1/_{20}$ bis $^1/_{15}$ vom Kolbenquerschnitte genommen für rasch gehende Maschinen, Lokomotiven, Walzwerkmaschinen ꝛc., $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ bei langsamer gehenden Maschinen. Die Breite verhält sich zur Höhe der Dampfwege

= 4 : 1 bei kleinen Maschinen,
= 5 : 1 bei mittelstarken Maschinen,
= 6 : 1 und 7 : 1 bei großen Maschinen.

Aus diesen Verhältnissen findet sich nun leicht die Höhe O eines Dampfweges, und aus dieser ergibt sich dann:

Höhe der Abzugsöffnung . . . . . $= 2^1/_2\ O$
Die Metallstärke der Zwischenwände $= O + 2'''$
Lichte Entfernung der inneren Kanten der Dampfwege . . . . . $(2^1/_2 + 2)\ O + 4'''$
Lichte Weite des Schiebers . . . $4^1/_2 O + 2'''$
Aeußere Länge des Schiebers . . $6^1/_2 O + 6'''$
Schieberhub, um ganz zu öffnen . $2\ O + 4'''$

Englische Maschinenbauer lassen bei mittlerem Schieberstande die beiden Dampfwege durch die inneren Schieberränder um $^1/_{10}$ Zoll bedeckt sein. Den Niederdruckdampfmaschinen, welche mit $2^1/_2$ bis 3 Pfund Ueberdruck arbeiten, geben sie etwa $^5/_8$ Zoll Ueberdeckung auf der Dampfseite, d. i. derjenigen des Einströmens; Schiffsmaschinen mit Dampf von $4^1/_2$ bis 5 Pfund Ueberdruck bekommen sogar eine Ueberdeckung von 1 bis $1^3/_8$ Zoll.

Als Regel zur Bestimmung des Voreilens (lead; avance du tiroir) des Schiebers wird von ihnen angegeben: Multiplicire das Quadrat des Durchmessers des Kolbens in Zollen mit 0,002 und dividire das Produkt mit der Länge der Oeffnung ebenfalls in Zollen; der Quotient gibt die Weite des geöffneten Dampfweges, wenn der Kolben ganz oben oder unten steht. Diese wird beispielsweise für einen Cylinder von 30 Zoll lichtem Durchmesser und 12 Zoll langer Schieberöffnung gleich 0,15 Zoll.

In 172 wurde gesagt, daß bei der dort behandelten Maschine die excentrische Scheibe rechtwinklig zum Krummzapfen stehe. Diese Stellung ist aber nicht anwendbar bei den Maschinen, deren Schieber mit Ueberdeckungsrändern versehen sind, die rasch (mit vielen Kolbenwechseln) und mit Expansion durch Ueberdeckung arbeiten sollen. Bei diesen wird das Excentrik in einen spitzen Winkel zu der Stellung befestigt, welche es bei einem Schieber ohne Ueberdeckung einnehmen müßte, und zwar muß dieser Winkel um so größer genommen werden, als die Zahl der Wechsel und die Schieberüberdeckung, also die Expansion größer wird. Man nennt diesen Winkel den Voreilungswinkel (lead angle; angle d'avance) des Excentriks.

Die Figuren 177 und 178 zeigen in acht Stellungen einen Vertheilungsschieber, welcher durch seine Ueberdeckungsränder (lap; recouvrement) Expansion hervorbringt, und zwar sperrt dieser Schieber bei $^3/_4$ des Kolbenschubes ab.

Ueber jeder einzelnen Schieberstellung ist der Stand des Kolbens im Cylinder, unter jeder Stellung der Stand des Schiebers auf seinem Wege bezeichnet. Die Verhältnisse des Schiebers und der Dampfwege sind die folgenden. Bezeichnet man wieder die Höhe einer Dampföffnung durch O, so hat man:

Fig. 177.

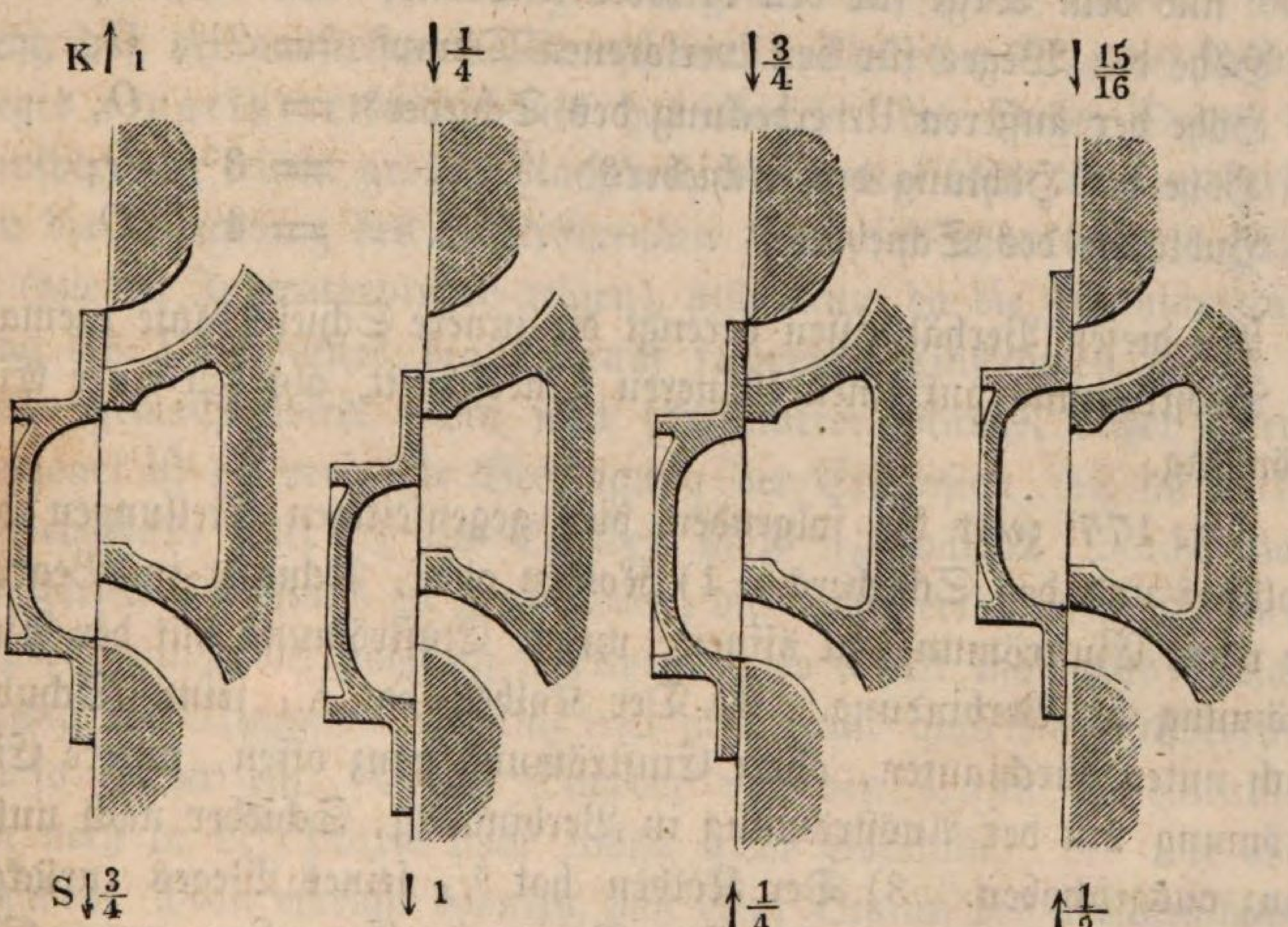
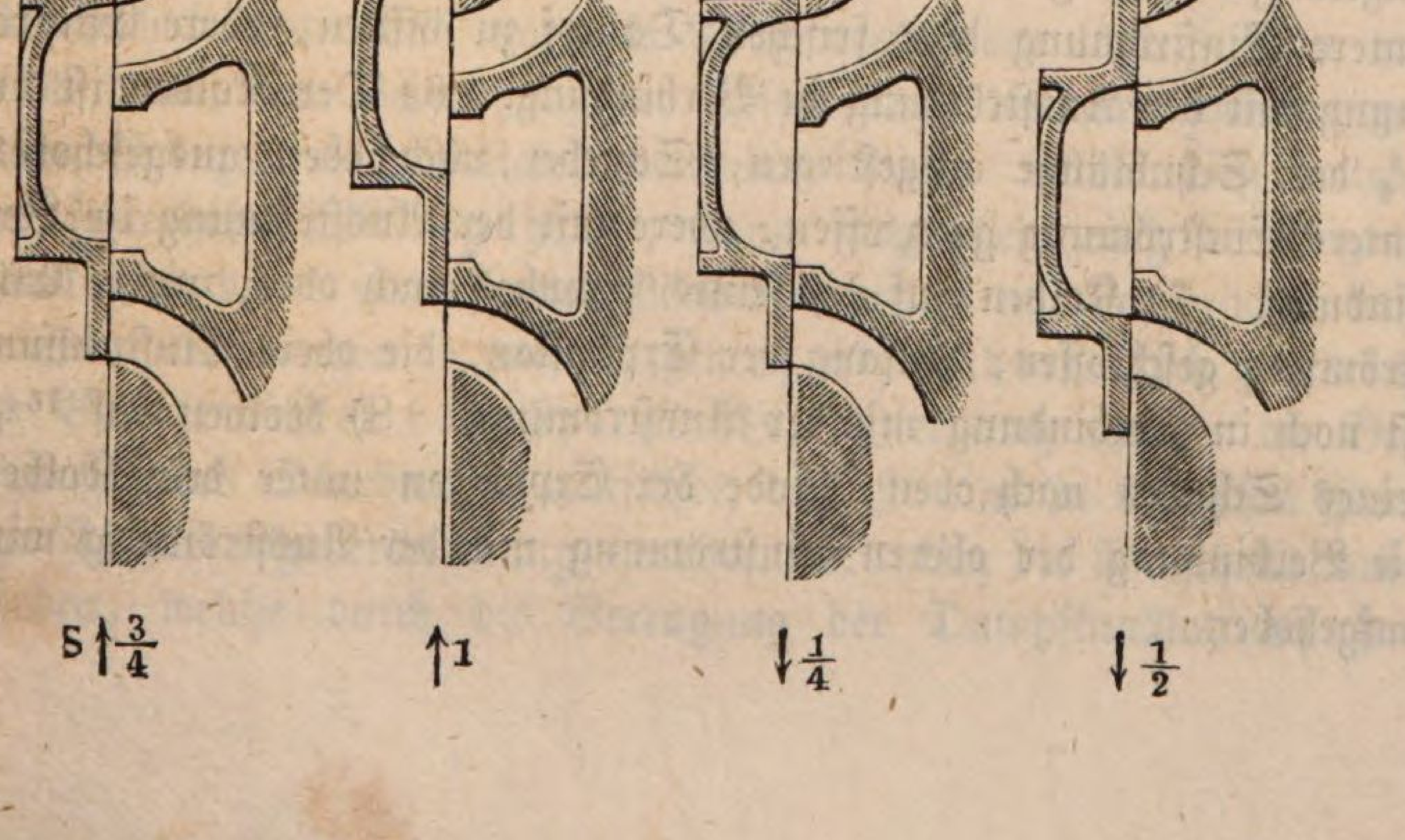


Fig. 178.



Höhe des Steges zwischen der Dampföffnung und dem Wege für den verlorenen Dampf	=	$^3/_4$ O;
Höhe des Weges für den verlorenen Dampf	=	$2^1/_4$ O;
Höhe der äußeren Ueberdeckung des Schiebers	=	O;
Höhe der Höhlung des Schiebers	=	$3^3/_4$ O;
Hublänge des Schiebers	=	4 O.

Bei diesen Verhältnissen verengt die innere Schieberkante niemals die Ausströmung auf einen kleineren Querschnitt, als den einer Einströmung.

Fig. 177 zeigt die folgenden vier gegenseitigen Stellungen des Kolbens und des Schiebers. 1) Kolben oben, Schieber im Begriff, die obere Einströmung zu öffnen, untere Einströmung mit der Ausströmung in Verbindung. 2) Der Kolben hat $^1/_4$ seines Schubes nach unten durchlaufen, obere Einströmung ganz offen, untere Einströmung mit der Ausströmung in Verbindung, Schieber nach unten ganz ausgeschoben. 3) Der Kolben hat $^3/_4$ seines Weges zurückgelegt, obere Einströmung geschlossen, Beginn der Expansion, untere Einströmung noch mit der Ausströmung in Verbindung. 4) Der Kolben hat $^{15}/_{16}$ seines Weges durchlaufen, die Expansion hat bis jetzt gedauert, beim Fortrücken des Kolbens und des Schiebers wird das Ausströmen beginnen, die untere Einströmung ist außer Verbindung mit der Ausströmung getreten.

Fig. 178 zeigt die den vorigen Punkten entsprechenden Schieberstellungen beim Aufsteigen des Kolbens. 5) Der Kolben ist unten angelangt und beginnt wieder aufzusteigen, Schieber im Begriff, die untere Einströmung dem frischen Dampf zu öffnen, obere Einströmung mit der Ausströmung in Verbindung. 6) Der Kolben ist um $^1/_4$ der Schublänge aufgestiegen, Schieber nach oben ausgeschoben, untere Einströmung ganz offen, obere mit der Ausströmung in Verbindung. 7) Kolben auf $^3/_4$ seines Schubes nach oben, untere Einströmung geschlossen, Anfang der Expansion, die obere Einströmung ist noch in Verbindung mit der Ausströmung. 8) Kolben auf $^{15}/_{16}$ seines Schubes nach oben, Ende der Expansion unter dem Kolben, die Verbindung der oberen Einströmung mit der Ausströmung wird aufgehoben.

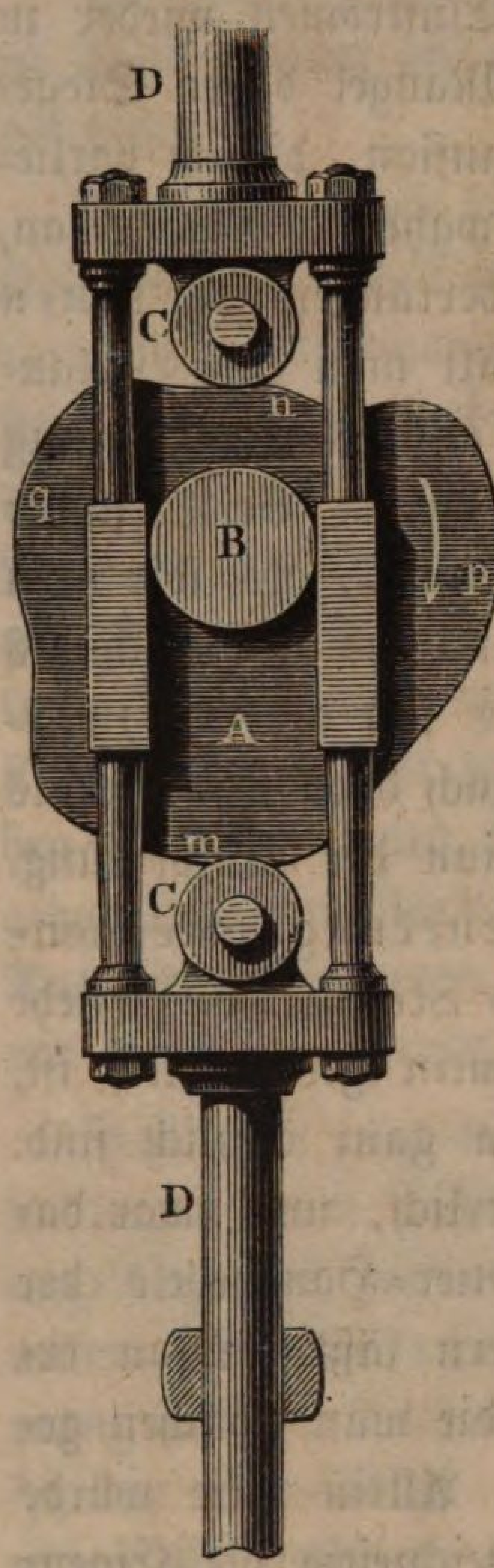
Damit der Schieber die besprochene Wirkung hervorbringe, muß das Excentrik eine Voreilung von genau 30 Grad haben. Man sieht, daß der ausströmende Dampf nach vollendeten $^{15}/_{16}$ des Kolbenweges eingesperrt wird; dies hat aber bei der kurzen Dauer der Einsperrung keinen großen Nachtheil, da einmal beim Beginn derselben die Spannung des ausströmenden Dampfes schon äußerst gering ist (wie die Indicatorproben zeigen), und dann, da die Zusammenpressung des Dampfrestes beim darauf folgenden Einströmen wieder zu Nutze gemacht wird. Ein weit schlimmerer Mangel dieser Steuerungsart ist die verfrühte Beendigung der Expansion, die im vorliegenden Falle statt $^1/_4$ des Schubes bloß $^3/_{16}$ währt. Macht man, um diesen Uebelstand zu vermindern, die Schieberränder nach innen breiter, also die Höhlung niedriger, so erhält man eine Verlängerung der Expansion; freilich tritt aber dann auch die Einsperrung um so früher ein. Einem Schieber von den obigen Verhältnissen gibt man in der Praxis noch etwas mehr Voreilung, als wir oben angaben. Man erreicht dadurch, daß beim Beginn des Kolbenschubes die Einströmung schon etwas geöffnet ist, was sich als sehr zweckmäßig herausgestellt hat. Man verfrüht aber auch dadurch abermals das Ende der Expansion sowohl als den Beginn der Einsperrung.

Bei der Stephenson'schen Taschensteuerung (Stephenson's link motion; distribution à coulisse Stephenson) (siehe 210), welche jetzt auf den Lokomotiven allgemein gebräuchlich ist, benutzt man Schieber, welche dem beschriebenen ganz ähnlich sind. Bei dieser Steuerung ist die Expansion veränderlich, und zwar dadurch, daß sich mittelst Verstellung des Steuer-Handhebels der Schieberhub unter das normale Maß verkleinern läßt. Man erreichte damit eine Verfrühung der Absperrung, die man zwischen gewissen Grenzen nach Belieben verändern kann. Allein diese würde eine fehlerhafte Wirkung haben, wenn nicht gleichzeitig die Eigenthümlichkeit dieses interessanten Mechanismus es mit sich brächte, daß die Schubänderungen so vor sich gehen, als änderte sich zugleich der Voreilwinkel des Excentriks. Hierdurch werden die Bewegungen des Schiebers so vollführt, daß sie eine in der That günstige Absperrungsveränderung hervorrufen. Um die Nachtheile aufzuheben, welche durch die Verengung der Dampfkanäle, die der

Schieber bei niederen Expansionsgraden hervorbringt, entstehen, gibt man den Dampfwagen von vornherein $^1/_{15}$ bis $^1/_{14}$ des Kolbenquerschnittes statt $^1/_{25}$, so daß die Verengung sie nur auf dieses letztere zweckmäßige Maß oder nur unbedeutend darunter verkleinert*).

Die Figuren 179 bis 183 verdeutlichen die unter 2 angeführte Expansion durch ruckweise Bewegung des Vertheilungsschiebers.

Fig. 179.



Statt einer gewöhnlichen excentrischen Scheibe ist auf der Steuerungswelle *B* (auch Regulatorwelle) ein nach dem verlangten Expansionsgrad eigenthümlich geformtes Daumenstück *A*, eine sogenannte unrunde Scheibe befestigt. Die Stangen *D*, von denen eine an den Schieber geht, die andere sich nur in einer Führungsbüchse bewegt, sind durch Zwischenstreben zu einem Rahmen verbunden, in welchem die Stahlrollen *C C* gelagert sind. Diese berühren bei jeder Stellung des Daumenstückes immer dessen Umfang. Die Curven *m n p q* sind Kreisbögen, concentrisch zur Steuerungswelle *B*, aber in verschiedener Entfernung aus deren Mitte beschrieben. Die Figuren 179 bis 183 zeigen die Hauptstellungen, in welche die Drehung von *A* den Schieber versetzt.

Die in Fig. 179 gezeichnete Stellung der unrunden Scheibe entspricht der Schieberstellung in Fig. 180; die obere Einströmung ist dem frischen Dampf geöffnet, die untere steht mit dem Ausweg *D* in Verbindung. Die Scheibe wird nun in der Richtung des Pfeiles gedreht. Sobald hierbei *p* unten, *q* oben hin gekommen, hat der Schieber die Stellung Fig. 181 angenommen, es beginnt die Expansion des Dampfes über dem Kolben. Steht *n* an der unteren, *m* an

---

* Näheres s. in Zeuner's Schiebersteuerungen, Freiberg bei Engelhart 1863.

der oberen Rolle, so ist für den Schieber die Stellung Fig. 182 eingetreten, welche der Stellung Fig. 180 entspricht, frischer Dampf geht unter den Kolben, und Fig. 183 endlich zeigt die Stellung, wenn *p*

Fig. 180.

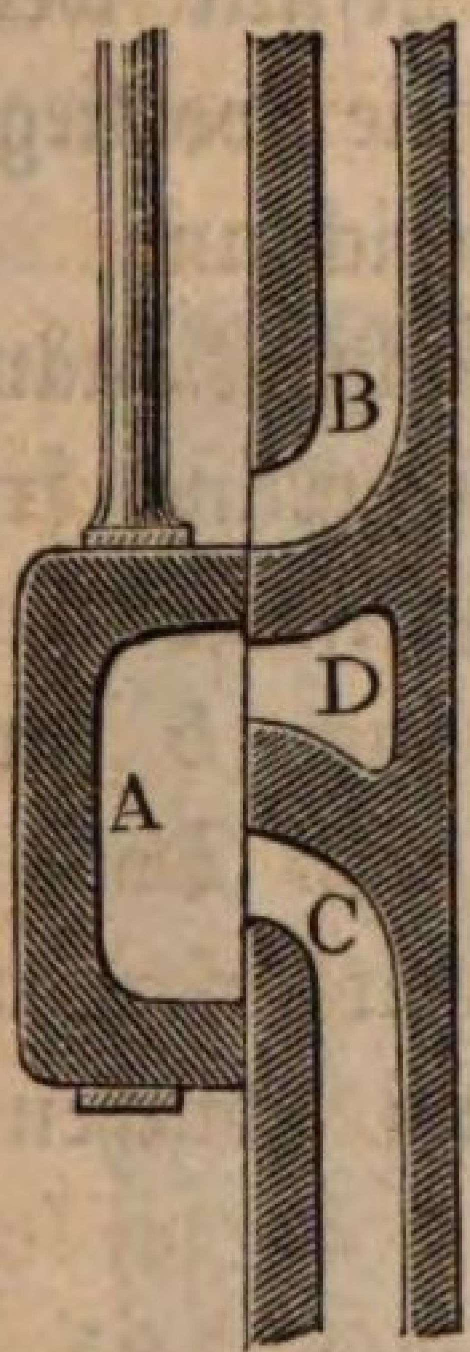


Fig. 181.

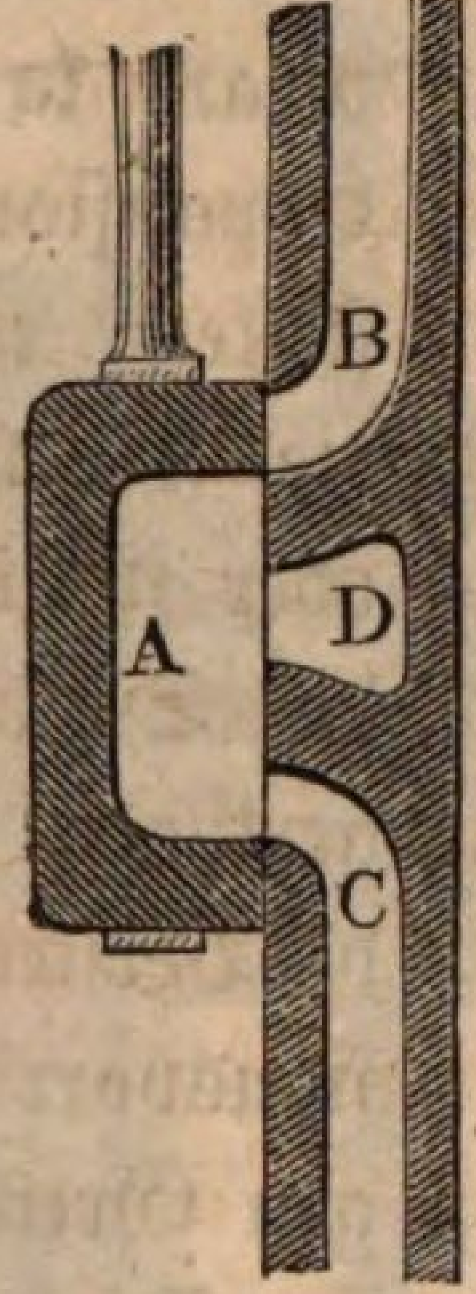


Fig. 182.

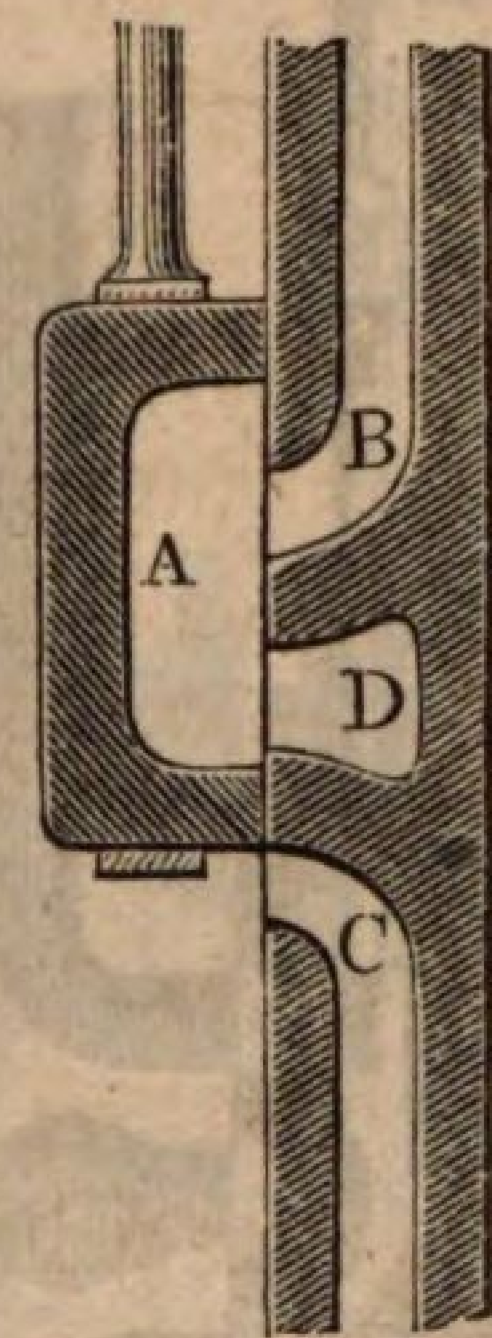
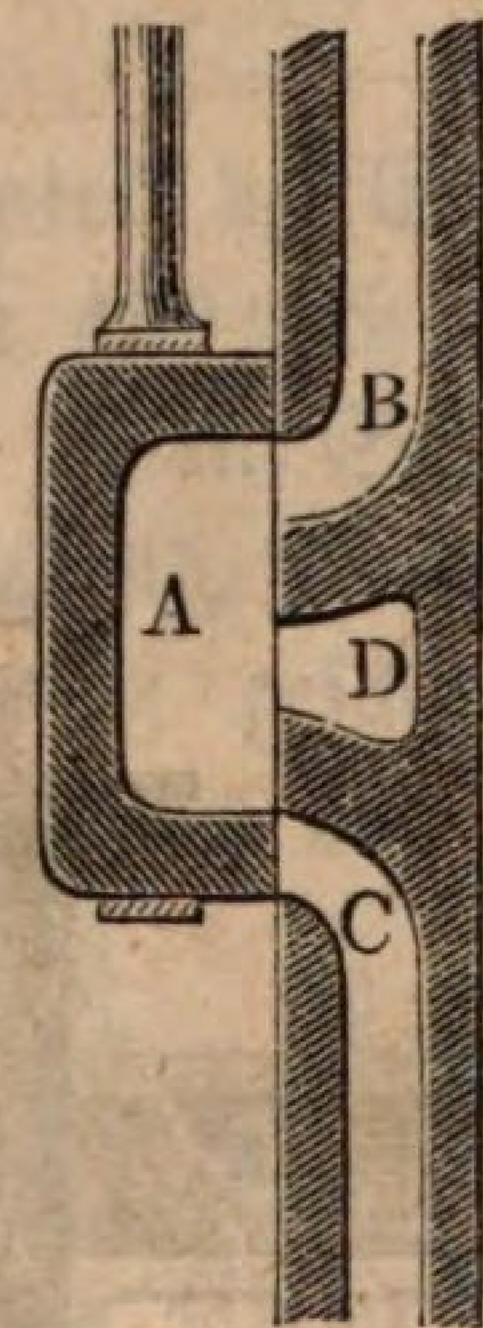


Fig. 183.

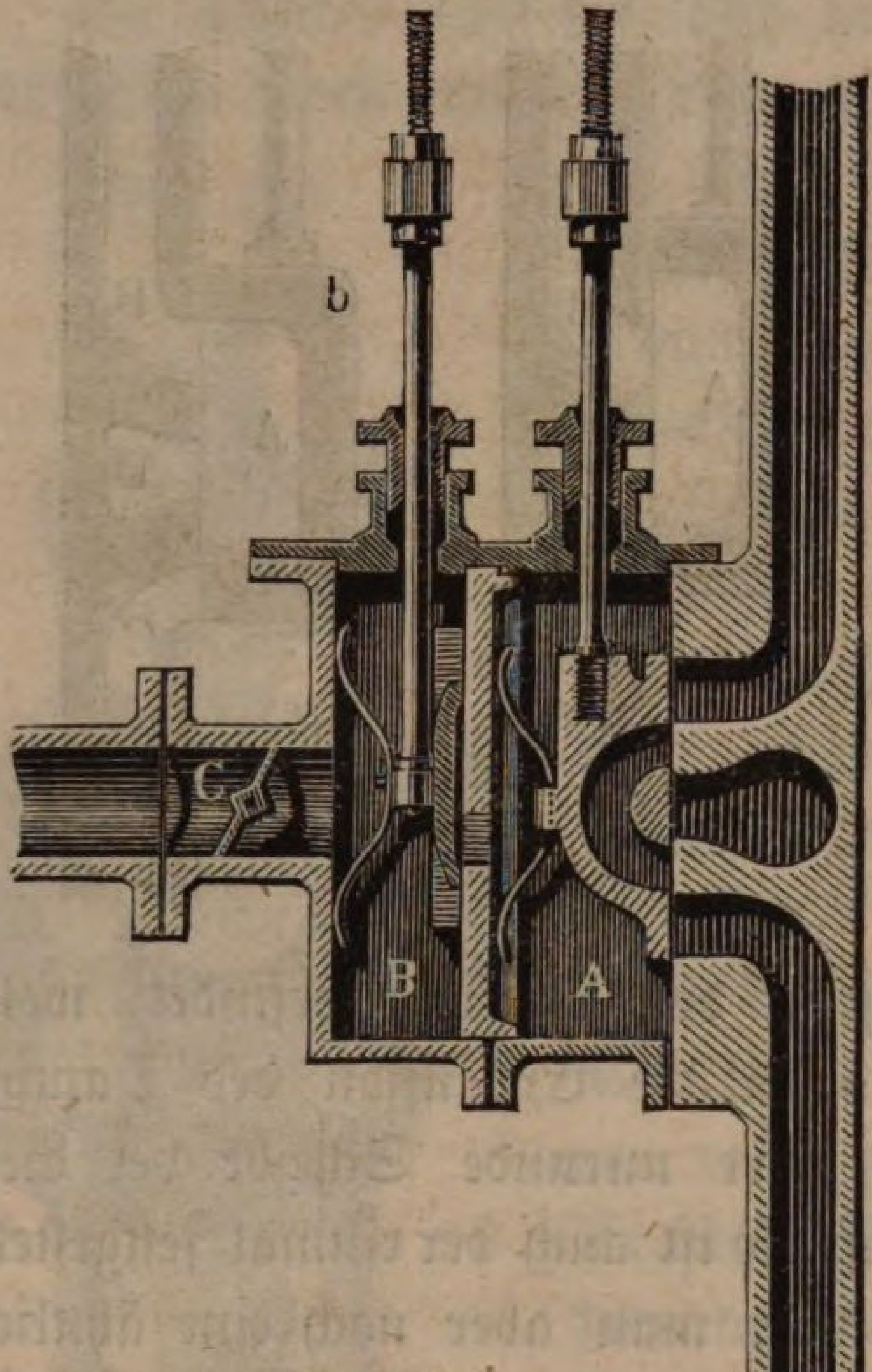


oben, *q* unten, der Schieber sich in der Stellung befindet, welche Fig. 181 entspricht; es beginnt dabei die Expansion des Dampfes unter dem Kolben. Wenn nur eine unrunde Scheibe bei dieser Expansionsvorrichtung vorhanden ist, so ist auch der einmal festgestellte Expansionsgrad immer derselbe. Legt man aber noch eine ähnliche, aber verschiebbare Scheibe neben *A*, die durch den Regulator gehalten wird und die Kreisbögen *m* und *n* zu verlängern im Stande ist, so kann man dadurch ein längeres Offenbleiben der Dampfwege erzielen. Dadurch wird dann die Expansion je nach dem momentanen Bedürfniß an Kraft veränderlich gemacht.

Die Schieber der Expansionsvorrichtung von Saulnier sind in Fig. 184 (a. f. S.) dargestellt. Auf der Dampfbüchse *A* liegt noch eine zweite *B*, in welcher sich ein flacher Schieber vor der Oeffnung, durch welche der Dampf in *B* hineintritt, auf und ab bewegt. *C* ist die Drosselklappe. Der Expansionsschieber muß bei jeder Umdrehung der Maschine zwei Schübe machen, um einmal über, einmal unter den Kolben frischen Dampf strömen zu lassen. Während dessen bewegt sich der Vertheilungsschieber in *A* regelmäßig auf seinem Spiegel auf und nieder, ganz so wie der in den Figuren 168 bis 173 dargestellte Schieber. Der Dampf expandirt in Cylinder und Dampf-

büchse A gleichzeitig. Der Vertheilungsschieber hat hier eine Mittelbrücke in seiner Höhlung. Diese deckt zeitweise die Ausströmung, und bewirkt dadurch, daß die Dampfwege kurz vor Eintritt des frischen Dampfes mit verlorenem Dampf gefüllt werden. Man kann die vorliegende Expansionsvorrichtung verstellen; es geschieht nämlich die Dampfabsperrung früher oder später, je nachdem man die Schieberstange b verlängert oder verkürzt. Doch liegt die Verstellbarkeit dieser Expansionsvorrichtung zwischen engen Grenzen.

Fig. 184.

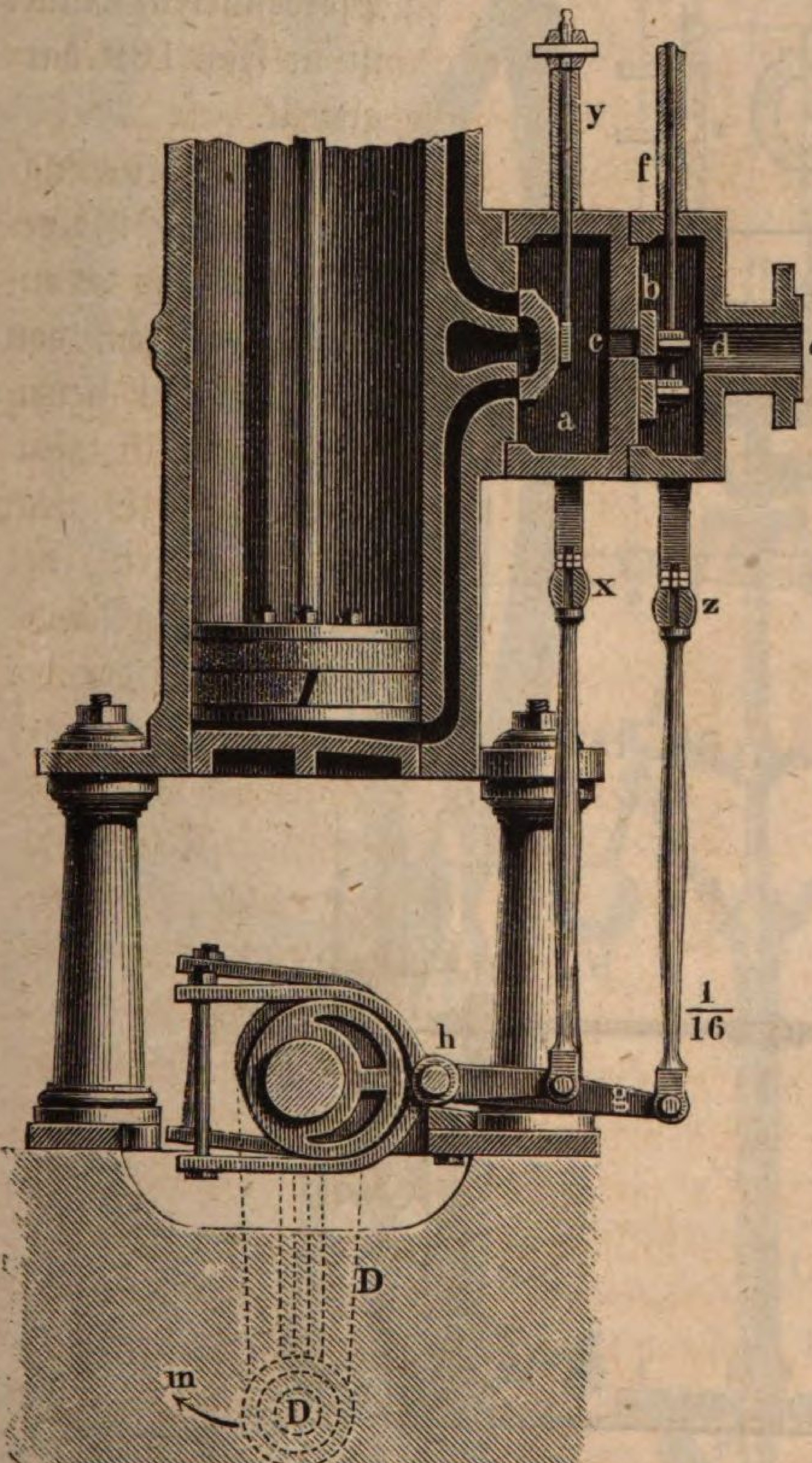


Die Figuren 185 und 186 erläutern die Expansionsvorrichtung mit durchbrochenem Schieber (Spaltschieber) b. Die Schwungradwelle liegt unten; von den darauf befindlichen Excentriks werden gabelförmige, um den Bolzen h drehbare Hebel zur Schieberführung bewegt. a Dampfbüchse, xy Gestänge des Vertheilungsschiebers, c Dampföffnung, welche etwas höher ist, als die Dampfwege des Cylinders sind. b Schieber mit einer der Oeffnung c gleichen Oeffnung und Deckflächen, die mindestens $1^3/_4$mal so breit sind, als c hoch ist. Der Hub des Schiebers ist gleich der dreifachen Höhe von c, f Schieberstange, gz Gestänge. In Fig. 185 steht der Kolben unten, ebenso die Kurbel D, welche sich in der Richtung des Pfeils m bewegen soll. Der Vertheilungsschieber geht hinauf (sein Excentrik steht horizontal) und öffnet den unteren Dampfweg, dabei beginnt die Oeffnung des Expansionsschiebers vor c zu treten und dem Dampf den Eintritt in die Dampfbüchse a zu gestatten; das Excentrik des letzteren Schiebers steht um 45° gegen die Verticale geneigt. Der Abschluß erfolgt auf der Hälfte des Kolbenschubes,

dann findet eine Beziehung und Stellung der Theile statt, wie sie Fig. 186 darstellt:

Kurbel horizontal; — Excentrik des Vertheilungsschiebers nach unten, Vertheilungsschieber nach oben ausgeschoben;

Fig. 185.

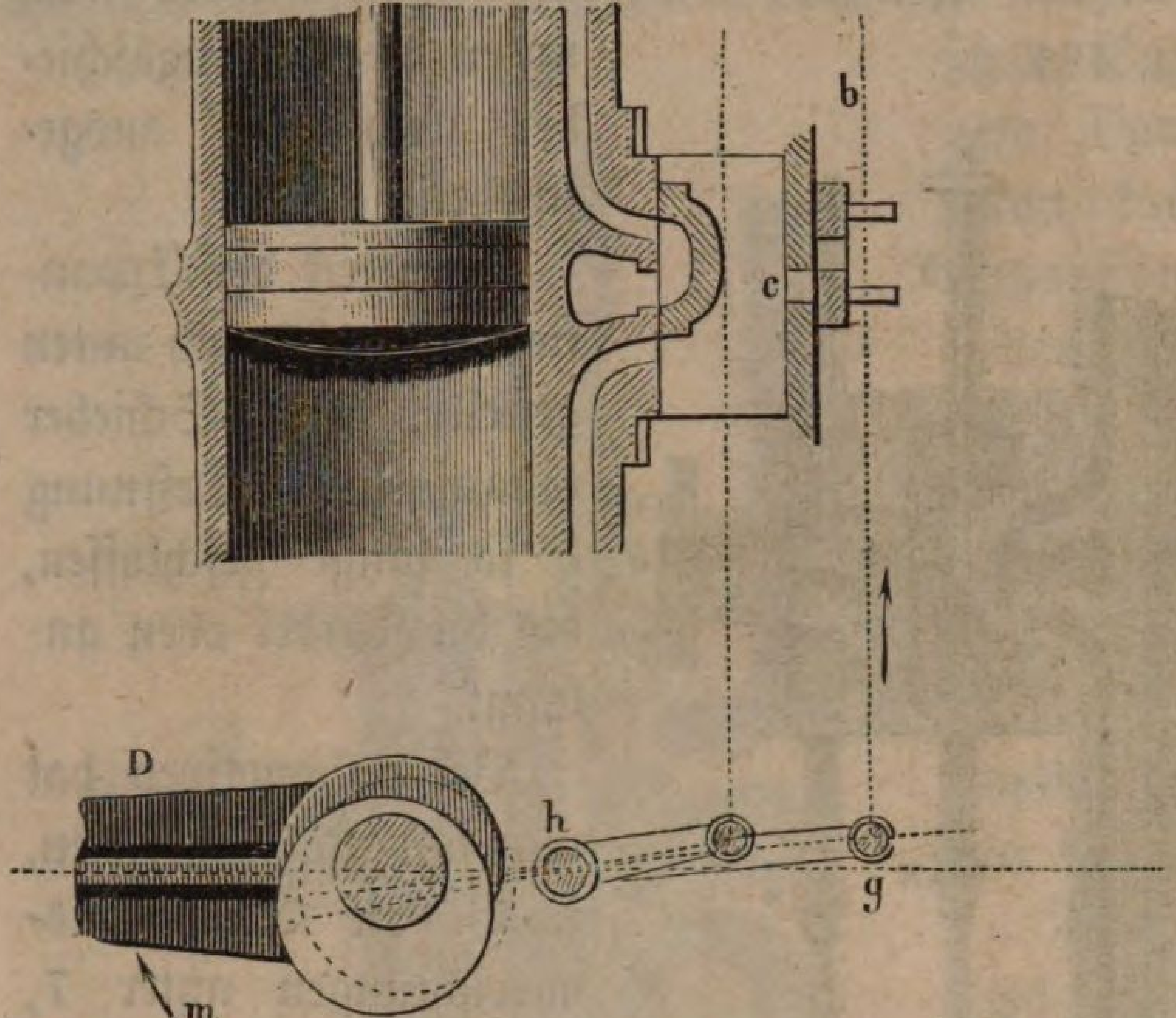


Excentrik der Expansion um 45° nach unten gestellt, deren Schieber hinaufgehend, Oeffnung *c* so lange geschlossen, bis die Kurbel oben anlangt.

Bei Lokomotiven hat man fast alle Künsteleien, z. B. die Expansionsvorrichtungen unter 7, fallen lassen, und wendet jetzt hauptsächlich nur, wie oben erwähnt, die Absperrung durch den Vertheilungsschieber mit der Taschensteuerung an. Aehnliches ist der Fall bei stehenden Maschinen, welche heut zu Tage mehr und mehr mit Expansionsvorrichtungen wie 8, 9 und 10 versehen werden. Wir unterlassen daher hier die Beschreibung der Vorrichtungen unter 7, die in Dingler's Polytechnischem Journal, Bd. 101, S. 80, nach dem Bulletin de la Société d'Encouragement und in Weisbach's Mechanik, Bd. 2, zu finden ist.

Eine Expansions-Dampfmaschine nach dem System, nach welchem Meyer in Mühlhausen Maschinen bis zu 60 Pferdestärken baute, ist in Fig. 189 dargestellt.

Fig. 186.



Die Schwungradwelle *EF* ist über dem Cylinder *A* auf einem kräftigen, von zwei Säulen getragenen Gebälke gelagert. Bei *E* liegt das Excentrik des Vertheilungsschiebers, bei *F* das der

Fig. 187.

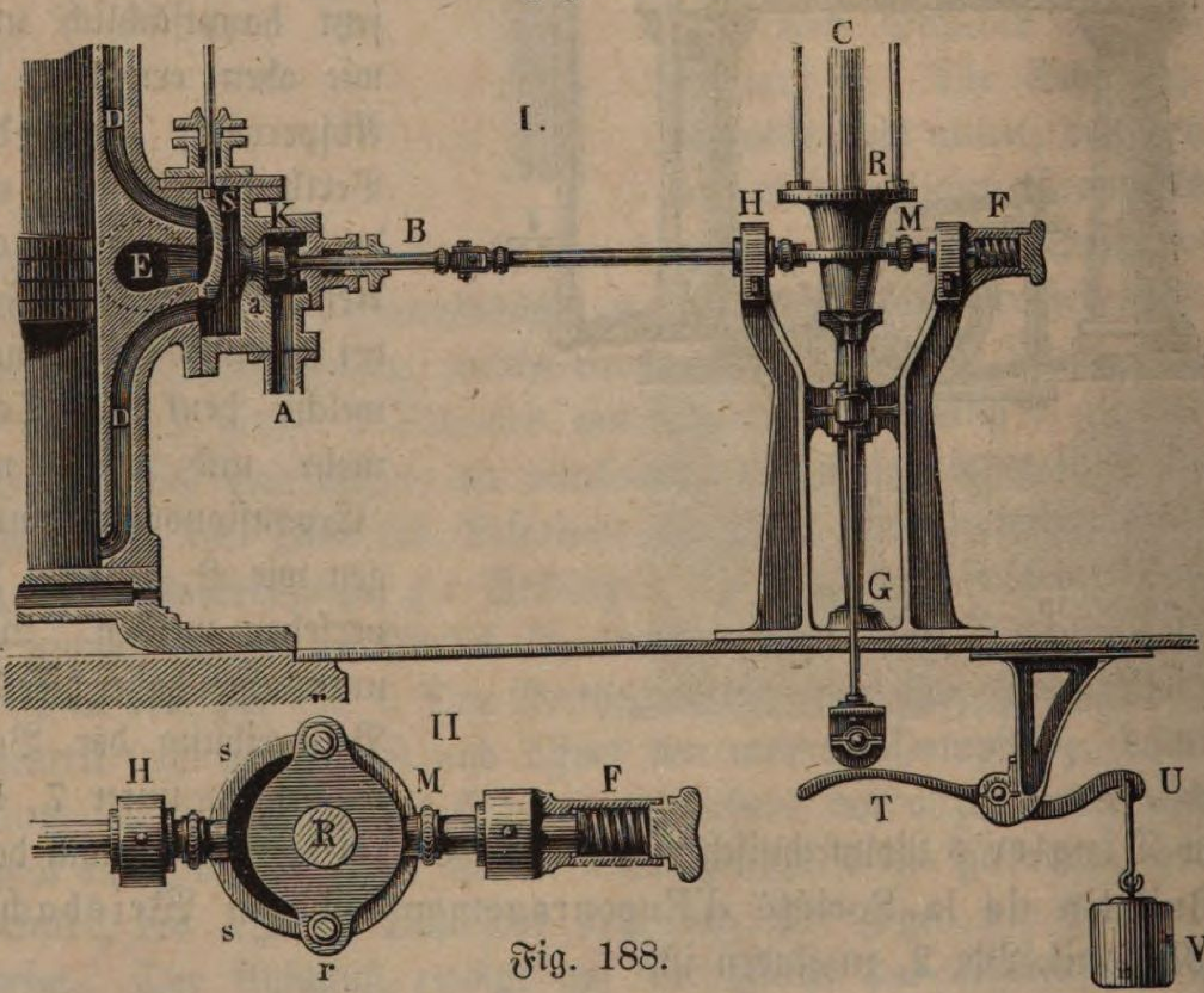
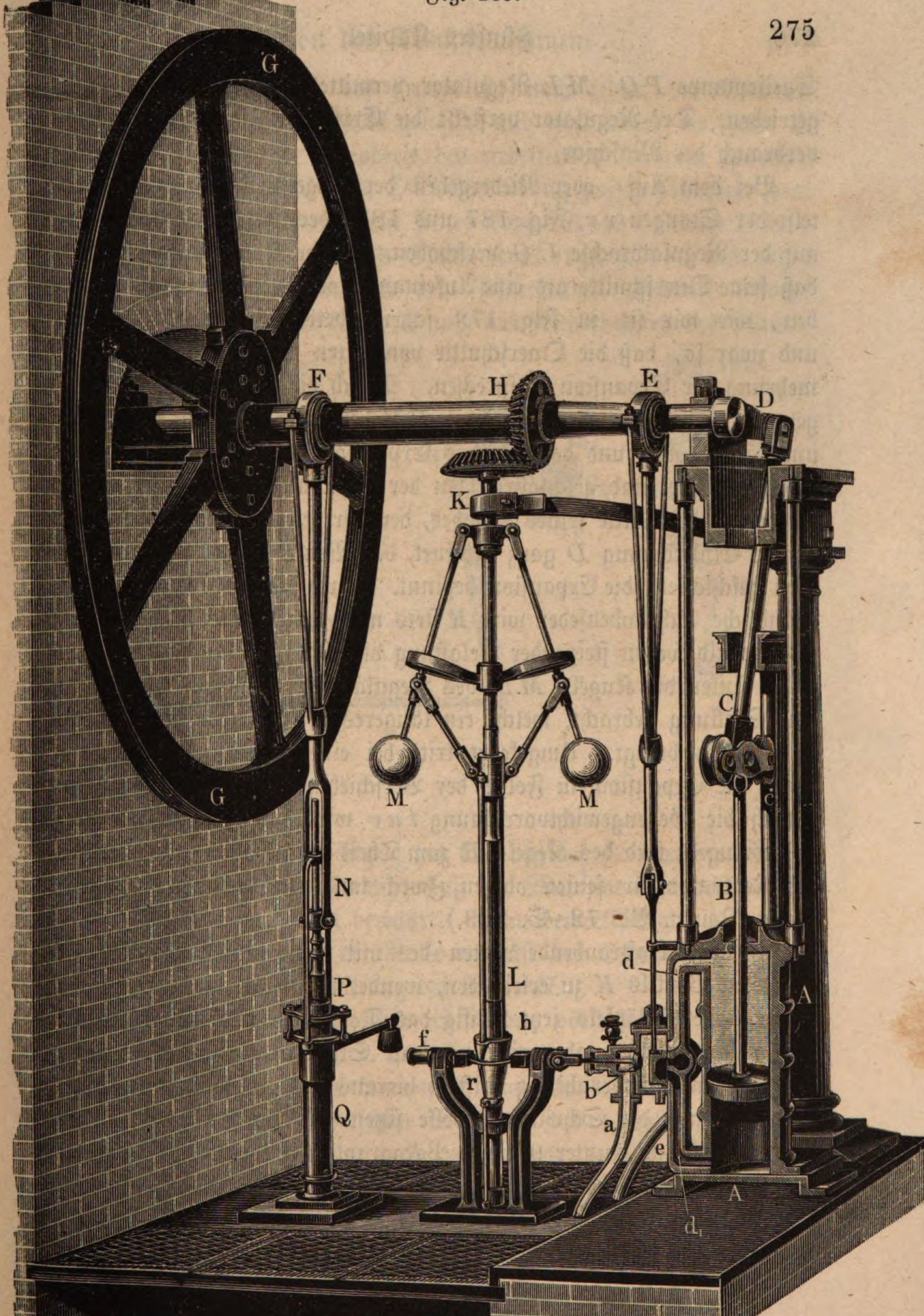


Fig. 188.

Fig. 189.



Speisepumpe *PQ*. *ML* Regulator, vermittelst der Kegelräder *ΠK* getrieben. Der Regulator verstellt die Expansion nach dem Arbeitsverbrauch der Maschine.

Bei dem Auf- oder Niedergehen der Kugeln wird nämlich mittelst der Stangen *rr*, Fig. 187 und 188, der unrunde Kegel *R* auf der Regulatorachse *CG* verschoben. Dieser Kegel ist so geformt, daß seine Querschnitte als eine Aufeinanderfolge von unrunden Scheiben, wie wir sie in Fig. 179 sahen, betrachtet werden können, und zwar so, daß die Querschnitte von unten nach oben einer Vermehrung der Expansion entsprechen. Durch die Vorsprünge des Kegels *R* wird der an dem Gestänge *BH* befestigte Rahmen *Mss* hin- und hergeschoben und dadurch das Expansionsventil *K* in Bewegung gesetzt, geöffnet und geschlossen. In der gezeichneten Stellung steht der Kolben in der Mitte seines Schubes, der Vertheilungsschieber *S* hat die untere Einströmung *D* ganz geöffnet, das Ventil *K* hat sich aber soeben geschlossen; die Expansion beginnt. Durch die in dem Gehäuse *F* befindliche Schraubenfeder wird *K* stets nach seinem Sitz hingeschoben.

Sobald wegen steigender Belastung die Maschine langsamer gehen will, sinken die Kugeln *MM* des Regulators. Dadurch wird *R* in eine Stellung gebracht, welche ein längeres Offenbleiben des Ventils *K* mit sich bringt. Umgekehrt tritt bei einer Entlastung der Maschine die Expansion in Folge der Verschiebung von *R* früher ein. Durch die Gegengewichtvorrichtung *tuv* wird das Gewicht der Regulatorkugeln und des Kegels *R* zum Theil aufgewogen und überdies der Regulator für seinen obigen Zweck tauglicher gemacht. (Siehe Polyt. Journ. Bd. 72. S. 329.)

Um das kraftraubende Lüften des mit dem ganzen Dampfdruck belasteten Ventils *K* zu erleichtern, wendet man statt dieses einfachen Ventils oder Stöpsels jetzt häufig das Doppelsitz- oder Glockenventil an, giebt demselben aber eine verticale Stellung. Eine recht praktische Expansionsvorrichtung entsteht hieraus in Verbindung mit Daumen, die auf der Schwungradwelle sitzen. Diese Art von Absperrungsvorrichtung, unter 9 dieses Paragraphen aufgeführt, ist in den Fig. 190 und 191 dargestellt. *W* Schwungradwelle, N_1 N_2 und N_3 doppelte Daumenscheiben, wovon N_1 O_1 der Expansion bei $^1/_4$, N_2 O_2 derjenigen bei $^1/_2$ und N_3 O_3 derjenigen bei $^3/_4$ des Kolbenschubes ent-

spricht. In der Gabel des Hebels ist, nach jedem der Daumen hin verschiebbar, die Rolle *H* gelagert und wird durch die Feder *F* fortwährend gegen die Peripherie des arbeitenden Daumen gedrückt. *M* Drehungspunkt des Hebels, *D E* Verbindung zwischen ihm und dem Winkelhebel *D C B*, der mittelst seines Kopfes *B* das Gestänge *F B A* bewegt, woran das Expansions-Glockenventil (vgl. §. 185 und 202) hängt. Eine Spiralfeder in dem feststehenden Gehäuse besorgt außer dem Andrücken der Rolle *H* auch das Niederdrücken des Ventils.

Fig. 190.

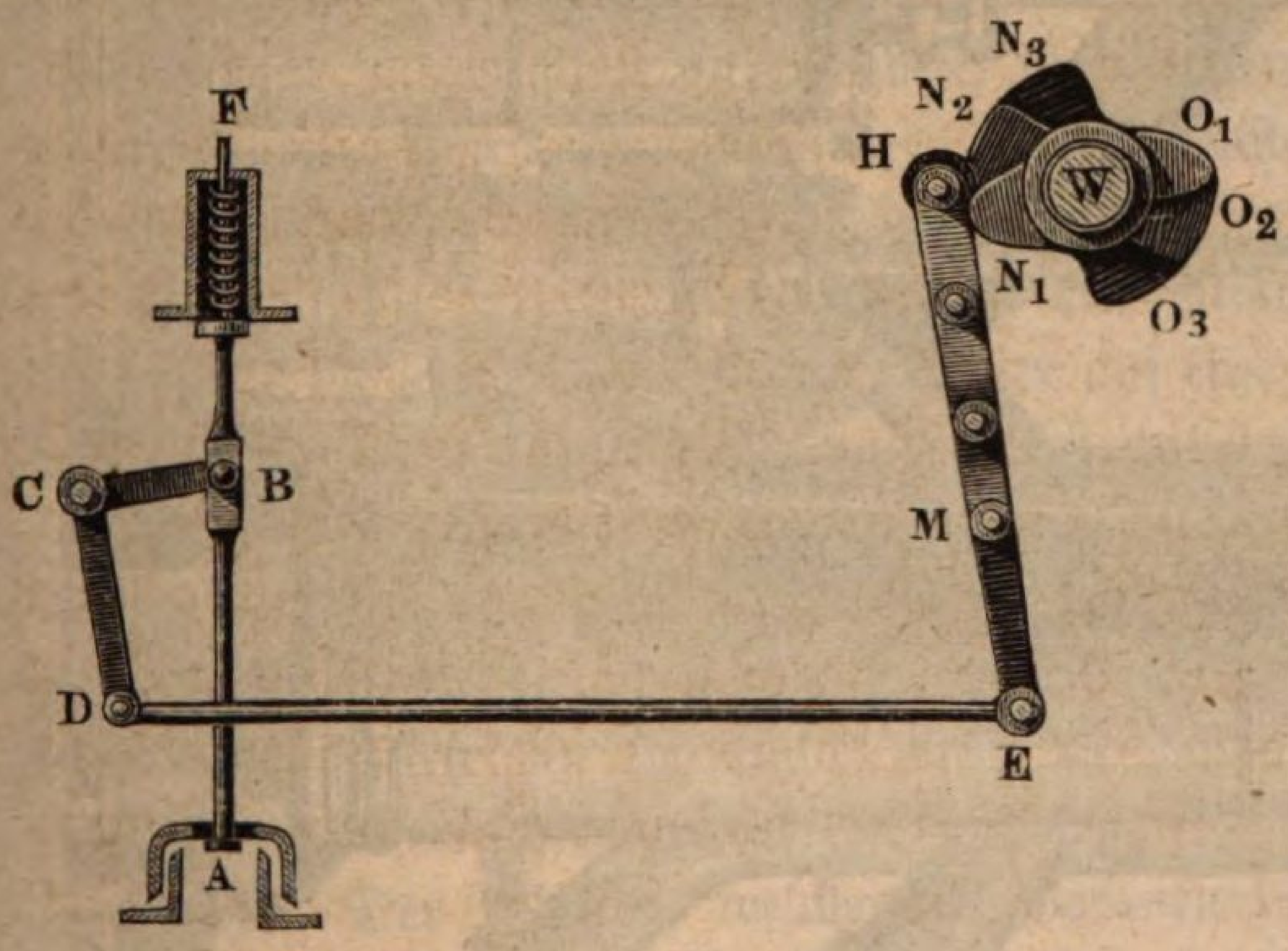
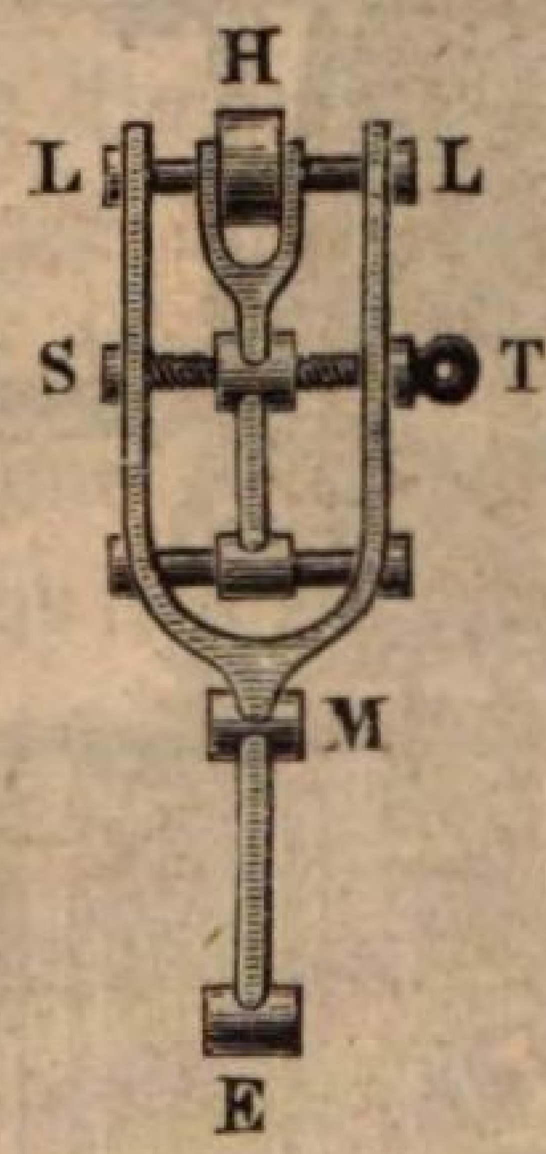



Fig. 191.



Diese Expansionsvorrichtung hat sich, obgleich sie nur beim Stillstande resp. geschwächten Dampfzufluß der Maschine veränderbar ist, in der Praxis als sehr gut bewährt. Man bewerkstelligt die Veränderung durch Verschieben der Rolle mittelst der Schraube *S T*; die Stange *L L* dient zur Führung der Rolle *H*.

Die Expansionsdampfmaschine ist in den vorstehenden Beispielen immer als direkt-wirkend, d. h. ohne Benutzung eines Balanciers, dargestellt. Dies ist aber keineswegs maßgebend. Der Balancier ist auch für die Hochdruckmaschine in solchen Fällen wohlgeeignet, wo dieselbe ihre Hauptarbeit an auf- und abgehende Theile abzugeben hat, was z. B. beim Betrieb von Pumpen vorkommt. Fig. 192 (a. f. S.) zeigt eine expandirende Balanciermaschine ohne Condensation zum Betrieb von 4 Pumpen für eine Zuckerraffinerie eingerichtet. Die

Fig 192.



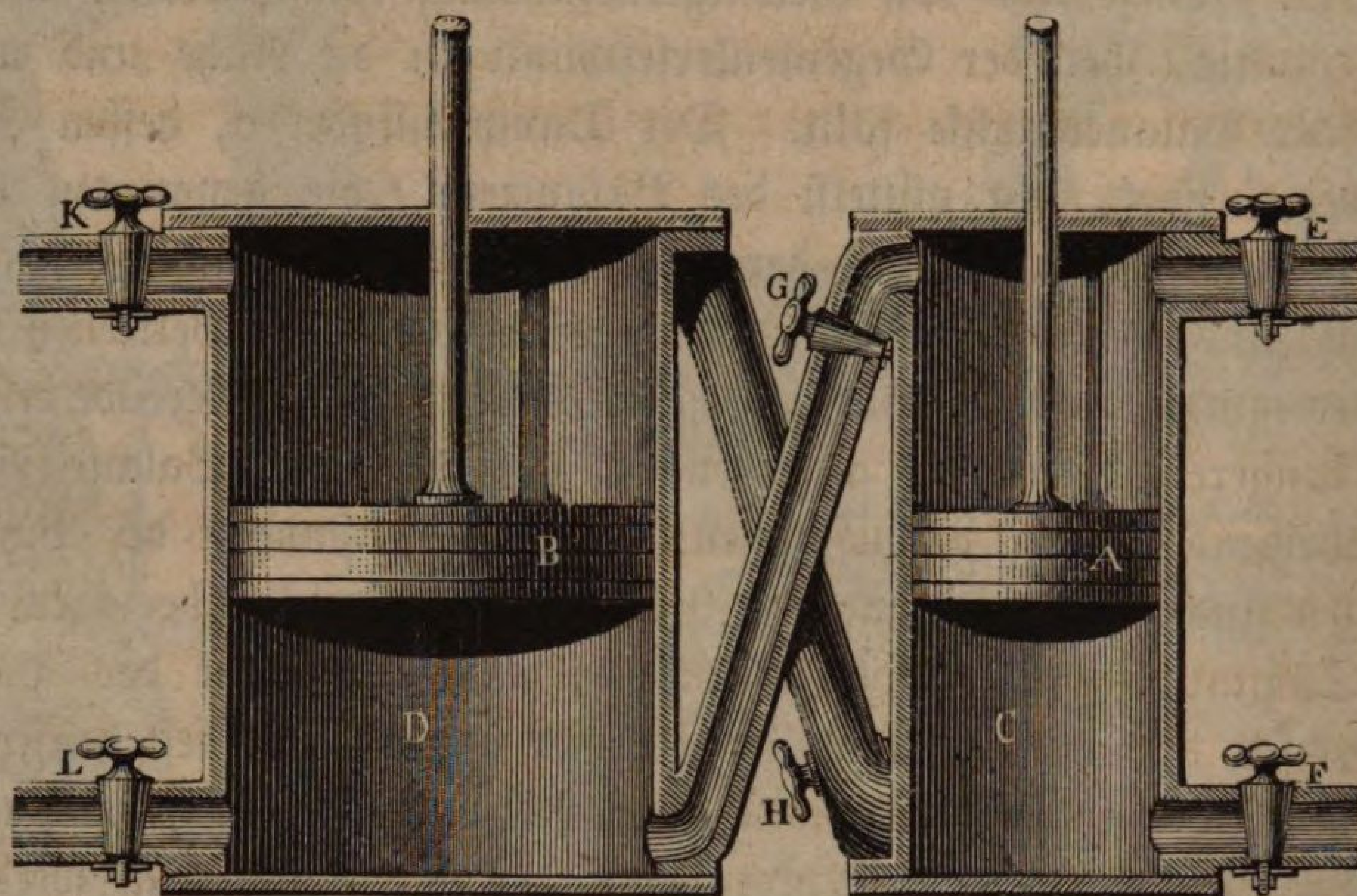
Pumpen *aa bb* hängen zu beiden Seiten der Balancierachse an Geradführungs-Parallelogrammen, welche sich von dem Watt'schen durch andere Anbringung des Festpunktes des Gegenlenkers unterscheiden. Diese Art von Gelenkgeradführung (die Harvey'sche) ist sehr günstig, weil der Gegenlenkerfestpunkt in die Nähe und unterhalb der Balancierachse fällt. Der Dampfcylinder *c*, dessen Schieber bei *c'* liegt, setzt mittelst des Balanciers *f* die genannten Pumpen und außerdem mittelst der Pleuelstange die Kurbelachse *d*, von welcher aus die Steuerung *c'* mittelst eines Excentriks betrieben wird, in Bewegung. Das nach oben gebogene Horn am Balancierende erlaubt, eine längere Pleuelstange anzuwenden, als die gerade Balancierform, bei übrigens gleichen Abmessungen. Die Kolbenstangen der Pumpen *aa bb* sind zur Verhütung des Rostens mit Bronze überzogen.

Sämmtliche Theile der Maschine, mit Ausnahme des zweiten Lagers für die Schwungradwelle, sind hier auf eine sehr fest construirte Bodenplatte aufgeschraubt, welche für sich mit dem untergemauerten Fundamente durch starke Anker verbunden ist. Hierdurch wird die Möglichkeit gegeben, die Maschine fast ganz und gar in der Werkstätte fertig zu stellen, d. h. dem Monteur nur sehr wenig Arbeit für das Richtigstellen der Maschine übrig zu lassen, eine vortreffliche Methode, von welcher noch weiter unten (180) wiederholt die Rede sein wird. Der Pilaster, welcher die Balancierlager trägt, ist jetzt vielfach an dieser Stelle in Gebrauch; bei einzelnen Ausführungen ähnlichen Zweckes findet man ihn auch wohl durch zwei nach oben stark verjüngte Ständer, sogenannte Pyramiden, vertreten. Die Schwungradwelle leitet in unserem vorliegenden Beispiel die Bewegung nicht weiter; sie dient nur zum Tragen des Schwungrades.

176. In Fig. 193 (a. f. S.) ist eine Skizze der Expansionsmaschine gegeben, wie sie Arthur Woolf 1804 einrichtete, während diese Maschinengattung eigentlich von Hornblower herrührt (siehe Nachtrag Q). Die Woolf'sche Maschine ist eine Hochdruckmaschine mit Expansion und Condensation (der Condensator ist hier weggelassen). Sie hat zwei Cylinder, nämlich den kleineren *C* und den größeren *D*. Davon ist *D* so viel größer als *C*, daß sich deren von den Kolben durchlaufene Räume wie 1 : $3^1/_2$ bis 1 : 5 verhalten. Stehen die Cylinder seitlich neben einander, z. B. beide auf dieselbe Kurbel wirkend,

so haben ihre Kolben gleiche Schublänge; steht aber wie bei Balancier-Maschinen der kleine Cylinder zwischen dem großen und dem

Fig. 193.



Balancier-Mittel unter dem Balancier, so ist dessen Kolbenschub geringer als der des großen. Letzteres ist die gewöhnlichere Anordnung. Die Steuerung ist hier nur einfach durch Hähne angedeutet. Wenn der Hahn *E* frischen Hochdruckdampf auf den Kolben *A* läßt, so ist gleichzeitig *H* offen, so daß alsdann der Kolben *C* von unten den gleichen Druck auf den Quadratzoll erfährt, als der Kolben *B* von oben. Gleichzeitig ist auch der Hahn *L* geöffnet, in Folge dessen in dem unter *B* befindlichen Raum die geringere Spannung des Condensators herrscht. Demnach wird der Kolben *A* von frischem Dampf, der Kolben *B* von dem aus *C* austretenden Dampf abwärts getrieben. Der zwischen *A* und *B* befindliche Dampf drückt nämlich gleichzeitig mit seiner Spannung den Kolben *A* nach oben, den Kolben *B* nach unten. Da aber *B* größer als *A* ist, so bleibt während des ganzen Schubes von oben nach unten stets ein den Kolben *B* abwärts bewegender Druck übrig, welcher dem Unterschied der beiden Kolbenflächen proportional ist. Sind beide Kolben unten angelangt, so hat sich der Cylinder *C* mit frischem Dampf, *D* hingegen mit demjenigen Dampf gefüllt, welcher beim Beginn des Nie-

derganges den Cylinder *A* erfüllte. Dieser Dampf hat sich aber, da *D* $3^1/_2$- bis 5mal größeren Inhaltes als *C* ist, während des Niederganges auf das $3^1/_2$- bis 5fache expandirt.

Beim Kolbenwechsel wurden die vorhin geöffneten Wege geschlossen, dagegen öffnen sich die Hähne *F G* und *K*, und die Kolben steigen unter Umständen, welche denen des Niederganges ganz entsprechend sind, in die Höhe.

Man erkennt hieraus, daß der Dampf fortwährend mit seiner vollen Kraft gegen eine der Flächen des kleinen Kolbens wirkt, während eine der Flächen des großen Kolbens mit dem Condensator communicirt. Die entgegengesetzten Flächen aber erfahren während derselben Zeit eine in dem Maß abnehmende Dampfpressung, als die Ausdehnung oder Expansion des Dampfes fortschreitet.

Man läßt auch häufig den Dampf sich schon in dem kleineren Cylinder etwas (sogar bis zu $^1/_5$ seiner anfänglichen Spannung) expandiren, und kann überhaupt in den Woolf'schen Maschinen die Expansion leicht sehr hoch treiben, ohne dabei einen während jedes Schubes so veränderlichen Druck auf die Kurbel zu erhalten, als bei den Expansionsmaschinen mit nur einem Cylinder.

Es empfehlen sich demnach diese Maschinen sehr, haben auch einen sehr geringen Kohlenverbrauch. Ihre Vorzüge werden durch nachstehende Data, die wir einer bedeutenden Berliner Maschinenfabrik danken, ins rechte Licht gestellt.

Eine Hochdruckdampfmaschine von 30 Pferdestärken mit Expansion kostet beim Fabrikanten	6000 Thaler.
Braucht in 24 Stunden an guten Steinkohlen	72 Scheffel.
Eine desgleichen Mitteldruckdampfmaschine kostet	9000 Thaler.
Braucht wie oben	48 Scheffel.
Eine desgleichen nach Woolf'schem Princip kostet	10000 Thaler.
Braucht wie oben	32 Scheffel.

Eine andere Vergleichung der drei Maschinensysteme möge hier dem Werke des Ingenieur Jentsch „Berechnung der Dampfmaschinen"

S. 142 entlehnt werden, die zwar weniger große Unterschiede giebt, aber doch den Vortheil Woolf'scher Maschinen recht erkennen läßt.

80 effektive Pferdestärken bei 4 Atmosphären Anfangsspannung.

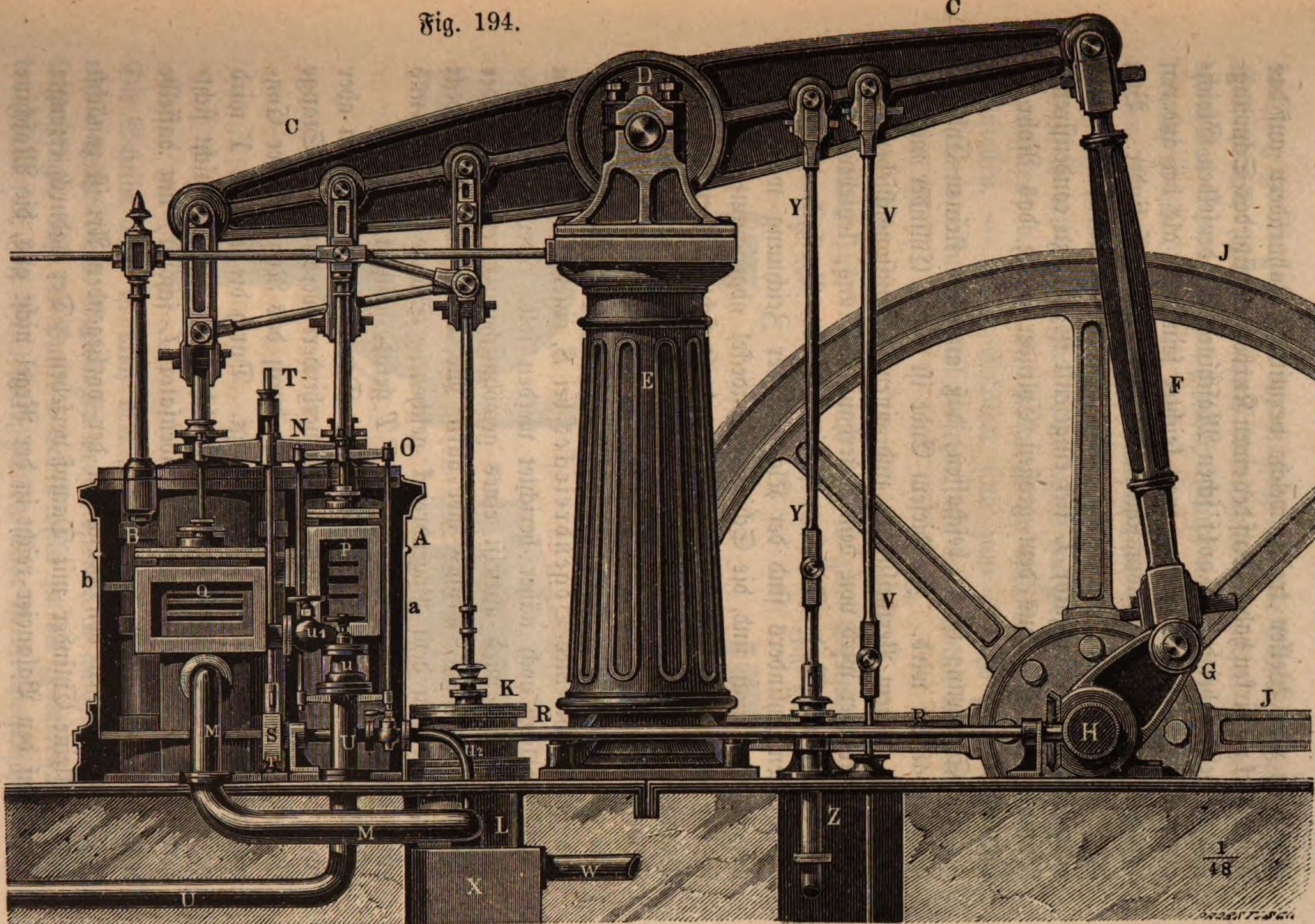
System der Maschine	Konsumzahl	Täglicher Dampfverbrauch	Täglicher Kohlenverbrauch	Wöchentliche Kosten für Kohle
Nichtcondensation .	41	39360 Pfund	7160 Pfund	107 Thaler
Condensation . . .	31	29760 "	5410 "	81 "
Woolf'sche Maschinen	26	24960 "	4540 "	68 "

Die Konsumzahlen geben hier den Dampfverbrauch pro Pferdestärke und Betriebsstunde in Pfunden an, sind für die besten Zustände von Construction und Haltung der Maschinen durch Rechnung und Praxis gefunden. Es ist dann eine Dampferzeugung von (nur) $5^1/_2$ Pfund pro Pfund Kohle, und für 100 Pfund Kohle der Preis von $^1/_4$ Thaler in Ansatz gebracht, und sind 6 Betriebstage pro Woche gerechnet.

Man wird also nicht anstehen, zu jedem gleichmäßigen Fabrikbetrieb, der Maschinen über 20 Pferdestärken verlangt, die Woolf'sche Maschine zu wählen, insofern die Wasserverhältnisse es gestatten. (Obige 30pferdige Woolf'sche Maschine verlangt mindestens 700 Kubikfuß Wasser pro Stunde.)

177. Eine 120pferdige Woolf'sche Maschine stellt die Fig. 194 dar. Hier ist die für Doppelcylindermaschinen ausgezeichnete Balancieraufstellung benutzt. Die Cylinder *A* und *B* sind hintereinander aufgestellt, wodurch der kleinere, *A*, auch einen kleineren Hub als *B* erhält. Die beiden Kolbenstangen werden durch ein Watt'sches Parallelogramm gerade geführt und übertragen also durch dessen Vermittelung die Dampfkraft auf den Balancier *C*, welcher bei *D* auf dem Pilaster *E* gelagert ist, und mittelst einer gußeisernen Pleuelstange *F* auf die Kurbel *G* wirkt. Letztere ist doppelt vorhanden,

Fig. 194.



indem sie zwei Wellen treibt, welche vermittelst Zahnrädern auf das Triebwerk zu wirken haben. Auf der einen Kurbelwelle sitzt das Schwungrad *I*, welches bei den Woolf'schen Maschinen für denselben Gleichförmigkeitsgrad der Bewegung weit leichter sein darf, als bei anderen hochdrückenden Expansionsmaschinen mit nur einem Cylinder. Von dem Parallelogramm aus wird auch die Luftpumpe *K* betrieben, welche in den Condensator *L* tief eingesenkt ist; der zu condensirende Dampf wird ihm aus dem großen Cylinder durch das Rohr *M* zugeleitet.

Die Steuerung ist so beschaffen, daß auch im kleinen Cylinder schon expandirt wird. Zu diesem Ende ist dieser Cylinder mit zwei Schiebern, einem Vertheilungs- und einem Expansionsschieber, versehen. Ersterer wird von dem Querhaupte *N* aus, letzterer von *O* aus betrieben. Beide Schieber, sowie auch der Vertheilungsschieber des großen Cylinders sind der Kleinheit der Zeichnung wegen hier weggelassen; auch sind die Schieberkastendeckel abgenommen gedacht, so daß die beiden Schieberspiegel *P* und *Q* sichtbar werden. Der Betrieb der Steuerung geschieht von der Welle *R* aus, welche ihre Bewegung mittelst Kegelrädern von der Schwungradwelle erhält. Sie treibt die beiden ganz gleichgehenden Vertheilungsschieber für *P* und *Q* mittelst eines Bogendreieckes bei *S*, einer Vorrichtung, von welcher sogleich noch näher berichtet werden soll. Der Expansionsschieber dagegen wird mittelst eines gewöhnlichen Excentriks auf der Welle *R* betrieben, welches hier durch das Dampfrohr *U* verdeckt wird. Die von dem Bogendreieck geschobene Stange ist oben und unten durch besondere Gleitbüchsen *T T* gerade geführt.

Durch das Rohr *U* wird der frische Dampf zugeleitet, kann aber durch das Sperrventil *u* am Zutritt verhindert werden. Die Stange *V* treibt die Kaltwasserpumpe, welche durch das Rohr *W* der Condensatorcisterne *X* das Wasser zubringt. Durch die Stange *Y* wird die Warmwasserpumpe *Z* betrieben, welche durch ein hier nicht sichtbares Rohr Wasser aus dem Condensator *L* schöpft, um dasselbe dem Kessel zuzuführen.

Beim Anlassen von Maschinen der vorliegenden Art ist zunächst nur der kleine Cylinder mit Dampf versehen. Der dadurch erzeugte Druck auf den Balancier reicht in der Regel nicht aus, die Maschine

in Gang zu bringen, weil der mächtig wirkende Druck auf den großen Kolben noch fehlt. Diesem Uebelstande abzuhelfen kann alsdann durch das Ventil u_1 auch frischer Dampf nach Q hingelassen werden, worauf es ein Leichtes ist, das Ingangkommen der Maschine zu bewirken. Nach Herstellung des Vacuums im Condensator wird u_1 sofort geschlossen. Mittelst des Hahns u_2 kann man auch noch frischen Dampf in den Condensator treten lassen (vergl. 169 c.), um denselben zu purgiren, d. h. die Luft auszutreiben und das Vacuum vorläufig herzustellen. — Beide Cylinder sind zum Schutze gegen Wärmeverluste mit einem Mantel versehen, der bei *a* und *b* im Durchschnitt gezeichnet ist.

178. Das oben mit *S* bezeichnete Bogendreieck ist gesondert in den beiden Figuren 195 und 196 in zwei Stellungen gezeichnet.

Fig. 195.

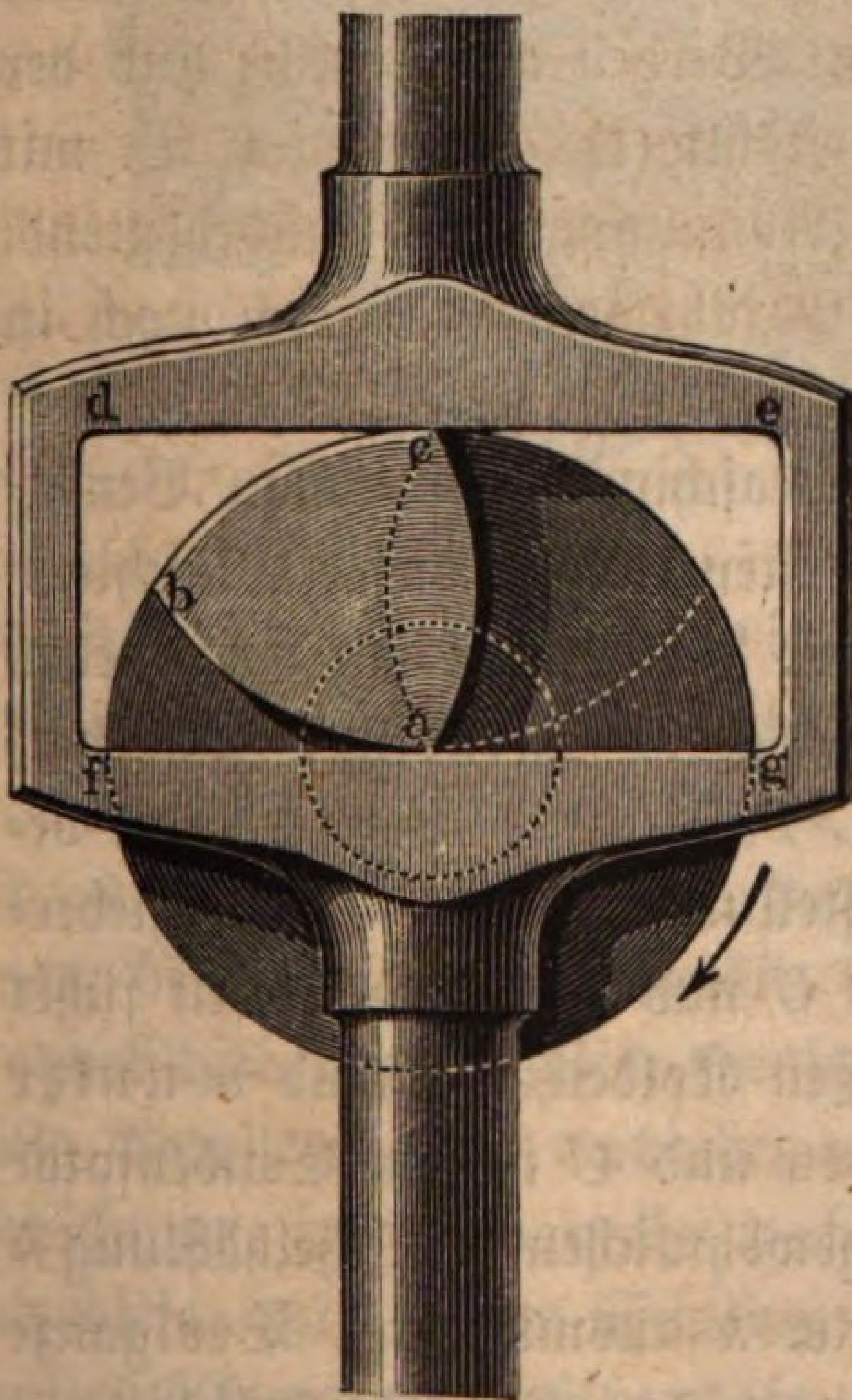
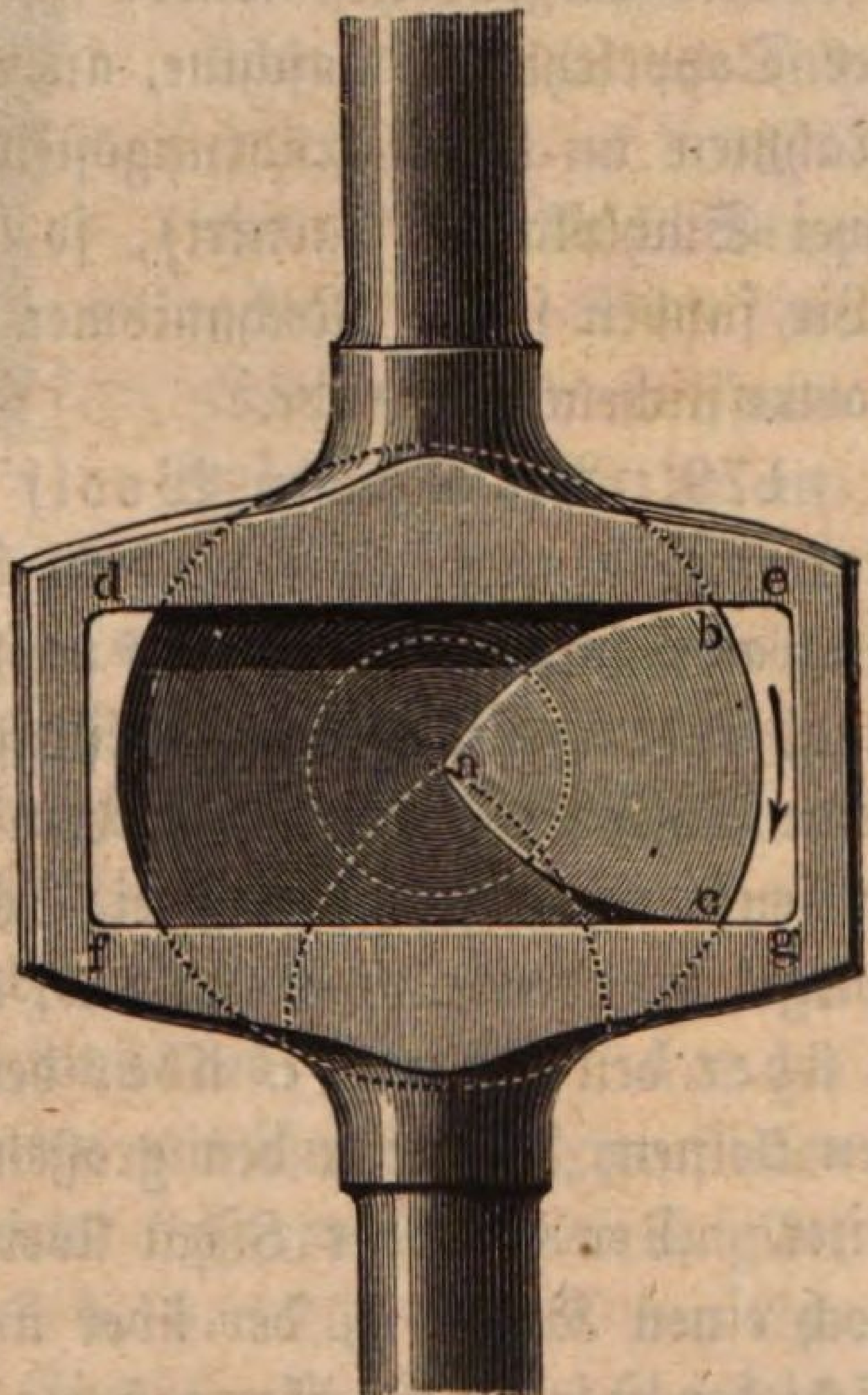


Fig. 196.



Die Scheibe *abc* ist nach drei gleichen aus den Eckpunkten *a*, *b* und *c* beschriebenen Kreisbogen profilirt, und ist an ihrer Drehachse so befestigt, daß der Punkt *a* des Profils in die geometrische Achse der Welle (*R*, Fig. 194) fällt; zu dem Ende ist die Bogenscheibe auf

eine cylindrische Scheibe an der Wellenstirn festgeschraubt. Der Rahmen *defg* berührt mit den Flächen *de* und *fg* die Scheibe fortwährend, und wird bei deren Drehung so auf- und niedergeschoben, daß er in der oberen und der unteren Stellung während eines Drehwinkels von 60^0 ($^1/_6$ Drehung) stillsteht. Diese Bewegung wird den Schiebern bei *P* und *Q* mitgetheilt, und ist für den Dampfzulaß offenbar sehr günstig, indem die Schieber jedesmal die Dampföffnung rasch frei machen, dann stillstehen, und sie endlich wieder rasch verdecken. Zwischen den beiden Stillständen des Rahmens schiebt das Dreieck mit seinen Flächen *ac* oder *ab* den Rahmen auf- oder abwärts; während der Stillstände wird die eine Rahmenfläche von der Kante *a*, die andere von der cylindrischen Fläche *bc* berührt. Fig. 195 zeigt den Mechanismus beim Beginn des oberen Stillstandes, Fig. 196 die darauf folgende mittlere Stellung.

Das Bogendreieck wurde schon von Hornblower, dem Erfinder der Doppelcylindermaschine, angewandt. Werden die Scheibe und der Rahmen an den Berührungsstellen verstählt (der Rahmen z. B. mit zwei Stahlplatten garnirt), so ist die Abnutzung ganz unbedeutend. Wir fanden solche Mechanismen nach 20jährigem Gebrauch noch in vortrefflichem Zustande.

179. Bei manchen Woolf'schen Maschinen findet man Ventilsteuerung benutzt. Die neueren Schiebersteuerungen dieser Maschinen sind aber so einfach, daß sie meistens der Ventilsteuerung vorzuziehen sind, indem mittelst eines einzigen Schiebers (Hick'scher Schieber) beide Cylinder gesteuert werden. Fig. 197 und 198 zeigen die betreffende Einrichtung in zwei Schieberstellungen. In den Schieberspiegel münden fünf Kanäle *ü*, *u*, *Ü*, *U* und *C*. Von diesen führt *ü* über den kleinen, *Ü* über den großen Kolben, während *u* unter den kleinen, *U* unter den großen Kolben und *C* in den Condensator leitet. Der Schieber *S* hat über der gewöhnlichen Muschelhöhlung *h* noch einen Kanal *k*, der über und unter *h* ausmündet. Der ganze Schieber ist somit gewissermaßen aus zwei gewöhnlichen Muschelschiebern zusammengesetzt, einem inneren für die Oeffnung *U*, *Ü* und *C*, und einem äußeren für die Dampfwege *ü* und *u*; man nennt deshalb den Schieber einen Doppelschieber. Seine Wirkung geht aus den zwei hier gezeichneten Stellungen deutlich hervor.

In Fig. 197 befindet sich der Schieber nach unten ausgeschoben. In Folge dessen tritt frischer Dampf durch *ü* über den kleinen Kolben und gleichzeitig der gebrauchte Dampf des vorigen Schubes durch *u* und *k*, aus dem kleinen Cylinder in *U* und über den großen Kolben; beide Kolben werden daher wie *K* abwärts getrieben. Hierbei ist der verlorene Dampf aus dem großen Cylinder noch in den Condensator zu leiten. Wie man sieht, kann dies aber vor sich gehen, indem *U* durch *h* mit *C* in Verbindung gesetzt ist. Wird der Schieber nach oben ausgeschoben, so tritt die entgegengesetzte Wirkung ein; d. h. in *u* tritt frischer, in *U* der zu expandirende Dampf, während aus *Ü* der zu condensirende Dampf durch *h* nach *C* hin entweicht.

Fig. 197.

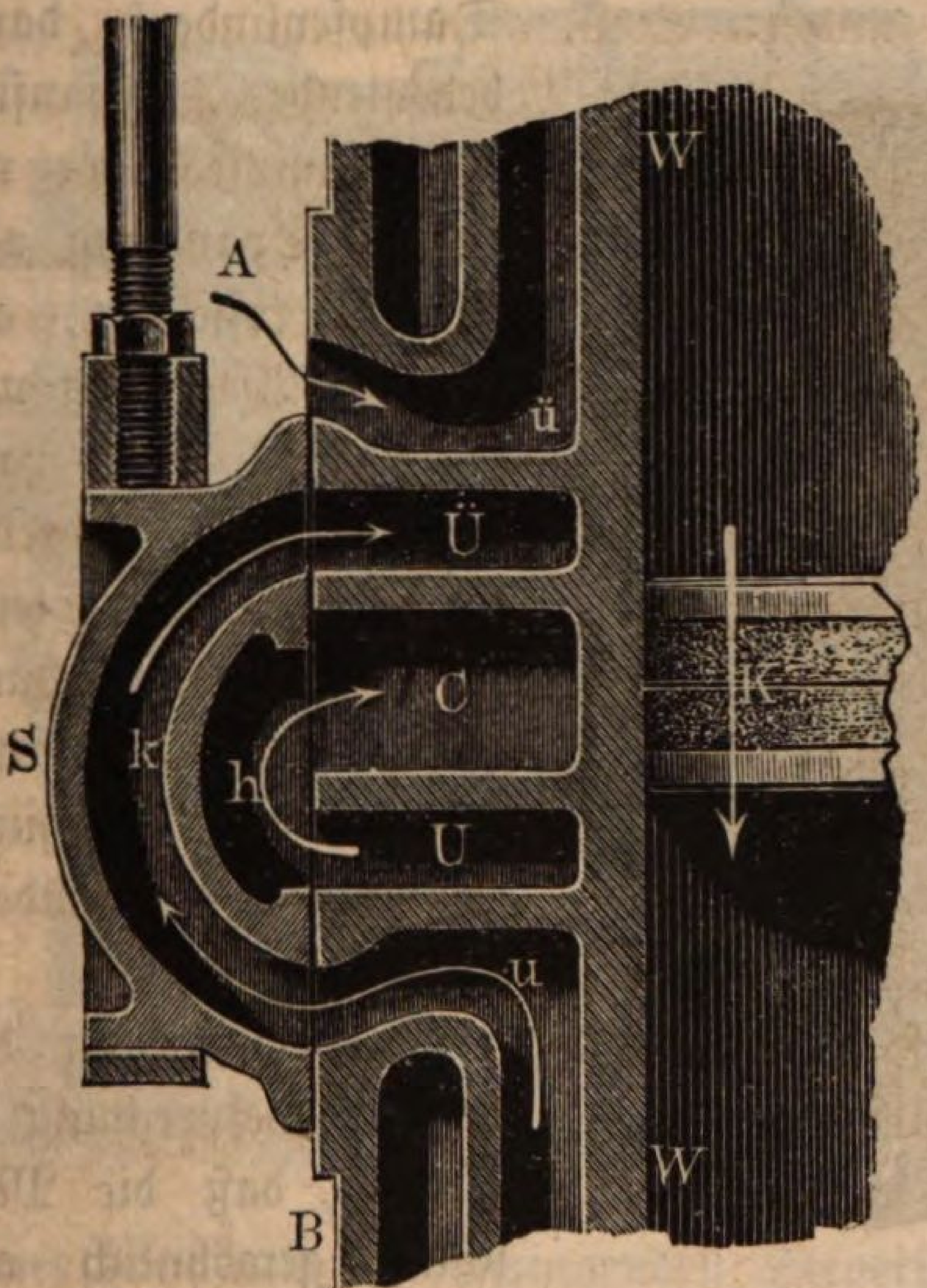
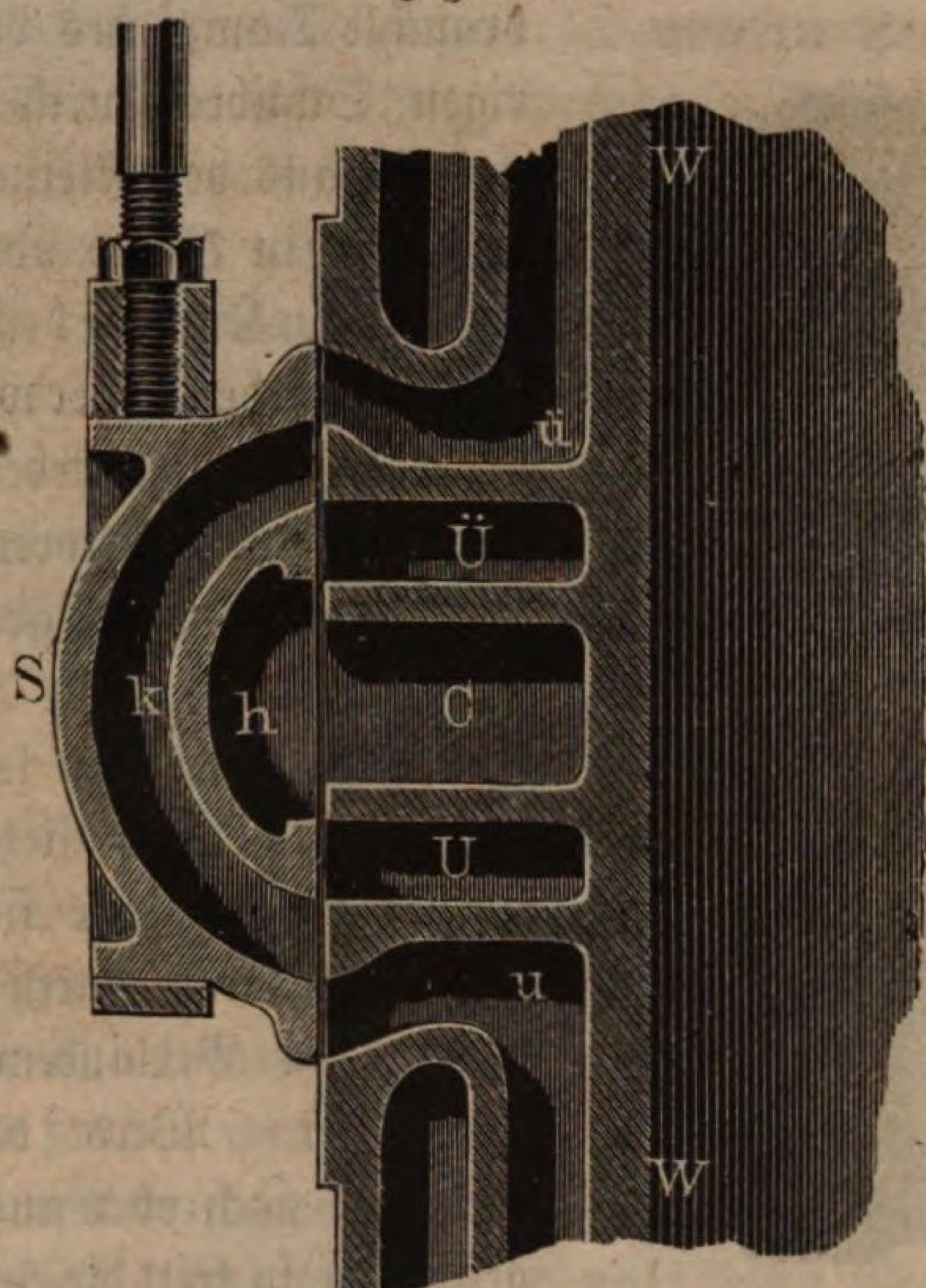


Fig. 198 (a. f. S.) stellt den Schieber in seiner mittleren Stellung dar, die derselbe einnimmt, wenn sich die beiden Kolben oben oder unten befinden. Alle Kanäle sind geschlossen. — Man gibt dem Doppelschieber gewöhnlich ebenso, wie sonst dem einfachen, eine gewisse Voreilung, und verbindet nicht selten mit ihm eine Expansionsvorrichtung, indem man ihn noch mit einer äußeren Kammer umgibt, und diese durch einen Schieber nach 7 b, §. 175, behufs der Expansion öffnen und schließen läßt. Diese Einrichtung ist außerordentlich zweckmäßig und dabei höchst einfach.

179a. Wir haben an dieser Stelle noch die unter 10 des §. 175 registrirten Expansionsmaschinen als weittragender Verbesserungen, die uns die neuere Zeit geboten hat, zu behandeln.

Der Amerikaner Corliß stellte sich bei seiner nunmehr sehr verbreiteten Dampfmaschine nachfolgende Aufgabe:

Fig. 198.



Anwendung nur eines Dampfcylinders; darin bedeutende Expansion des Dampfes, der mit vollster Spannung, also ohne Drosselung, auf kürzesten Wegen ein- und ausgelassen, durch rasch und vollständig öffnende und schließende Steuerung, die, streng durch empfindlichen Regulator geregelt, für Maschinen mit und ohne Condensation dienen solle.

Zur Einleitung der näheren Besprechung sei bemerkt, daß die Maschine gewöhnlich als liegende, horizontale, wie Fig. 202 construirt ist, wobei aber nicht eine Grundplatte, sondern ein kräftiger eiserner Hohlbalken das Gerüst bildet, an dem alle Maschinentheile (außer der Condensation) gelagert und befestigt sind. Wohl aber ist auch die Aufstellung nach Fig. 203 möglich; ihr entspricht sogar die Detailfigur des Cylinders in Fig. 199, theils äußere Ansicht, theils Durchschnitt einer neuesten Corlißmaschine gebend.

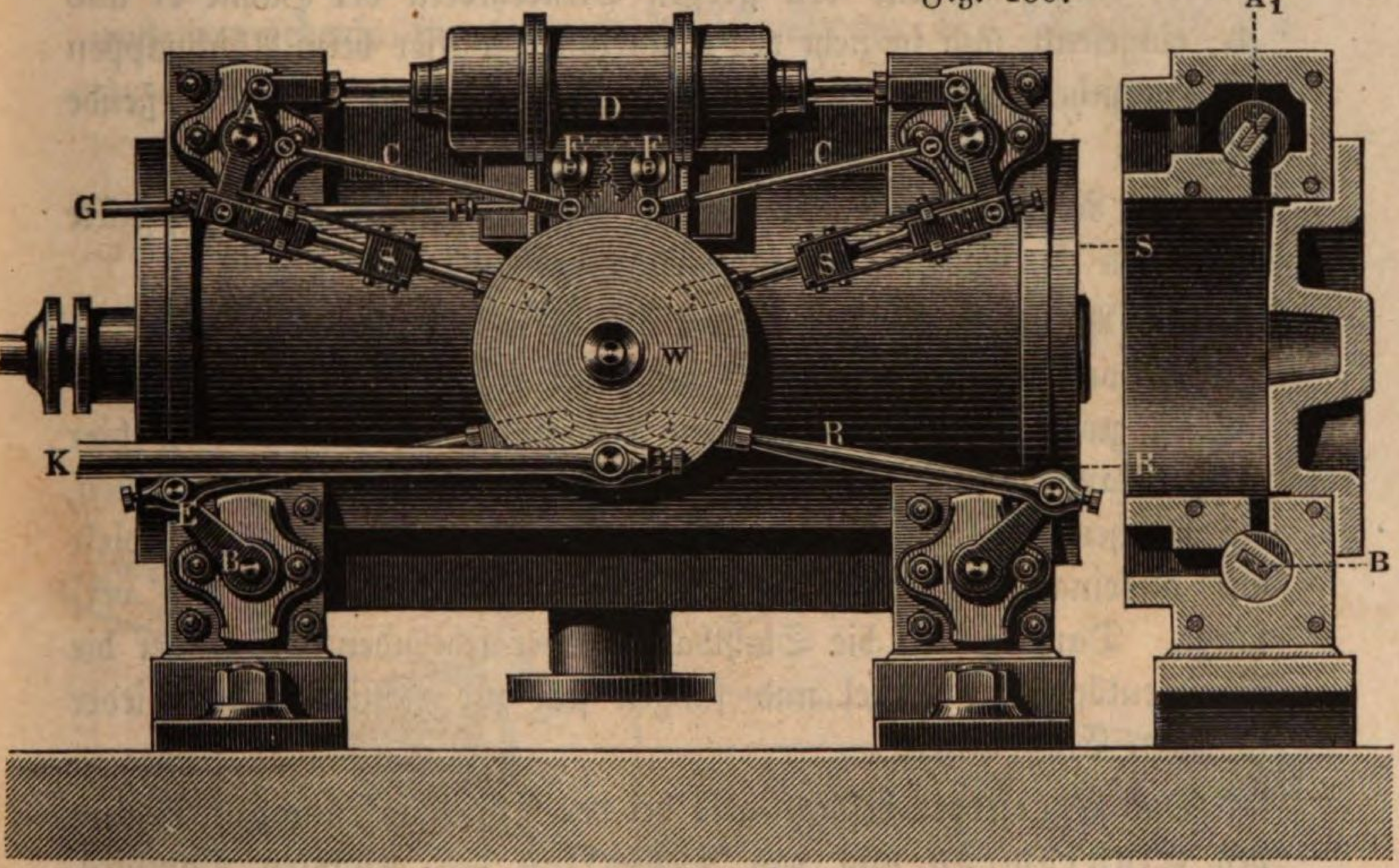
Hier ist der Drehschieber (vgl. Skizze Fig. 158) in eigenthümlicher, entlasteter Construction zur Anwendung gebracht. Davon sind A, A_1 Einlaß- und Haupt-Steuerungsschieber, B, B_1 die Auslaßhähne.

Man sieht, wie kurz sich die Verbindungswege zwischen den Cylinderräumen und dem Dampfkasten sowie dem Ausblasecanal gestalten.

Anmerkung. Die früher citirte Abnutzung solcher Hähne erfolgt auch hier, aber bei sorgfältiger Ausführung und Wartung der Maschine erst nach vier- bis fünfjährigem Betriebe.

Die durch Stopfbüchsen gedichteten Bewegungszapfen der Hähne tragen Hebel, zu deren Bewegung Gelenkstangen *S, S, E* und *R*, von

Fig. 199.



einer hin- und herschwingenden Steuerscheibe *W* ausgehend, angeordnet sind. Scheibe *W*, auf festem Zapfen des Cylinders drehbar, wird durch Steuerstange *K* und Excentrik auf der Kurbelwelle entsprechend bewegt. Man erkennt bald, daß die Auslaßschieber, in fester Verbindung mit *W*, die Dampfwege entsprechend den Kolbenbewegungen öffnen und schließen.

Anders ist es bei den Einlaßschiebern, deren Schubstangen *S S* von den Hahn- oder Schieberhebeln gelöst werden können, wodurch nun die Excentersteuerung nicht mehr auf sie wirkt. Diese Auslösung erfolgt grade dann, wenn die Absperrung geschehen soll, und in diesem Augenblicke wird der Schieberhahn der Einwirkung von Gewichten oder Puffern überlassen. Die bringen ihn plötzlich in die abschließende Stellung. Bis nahe zur Vollendung des Kolbenhubes bleibt der Hahn in letzter Stellung, wird aber dann wieder durch Einlösung des Gestänges *S* gesteuert und für nächstes Dampfgeben offen gestellt.

In Fig. 199 stellt *D* den Cylinder dar, welcher die Pufferfedern enthält. Die aus ihm tretenden Stangen sind an die kurzen Hebel, entgegenstehend den großen Steuerhebeln der Hähne *A* und A_1, eingelenkt und so zieht der comprimirte Puffer beim Abschnappen des Haupthebels diesen und mit ihm den Schieber in die schließende Position.

Zur Regulirung der Pufferkraft dient der mittlere, luftgefüllte Theil von *D*, woran ein Regulirhahn vorhanden ist.

Das Auslösen der Steuerhebel aus *S* wird veranlaßt vom Regulator. Von ihm geht Stange *G* an Hebel *F*, der am zweiten Hebel *F* mittelst zweier Zahnsegmente seine Bewegung überträgt. Von hier gehen Stangen *C C* aus an leichte Hebel mit eigenthümlichen Daumen, die zwischen den federnden Ausläufern der Stangen *S S* spielen, diese aber auseinander treiben, wenn der Regulator die Absperrung verlangt. Dann gleiten die Stahlbalken jener federnden Gabel über die Stangenköpfe der Hebel und fangen sich zur richtigen Zeit wieder in deren Einschnitten.

Das Excentrik besorgt also bei der Corlißmaschine den Beginn des Einströmens und das Auslassen des genutzten Dampfes. Gewichte oder Federn, vom Regulator dem Kraftaufwand entsprechend commandirt, vollführen die Absperrung.

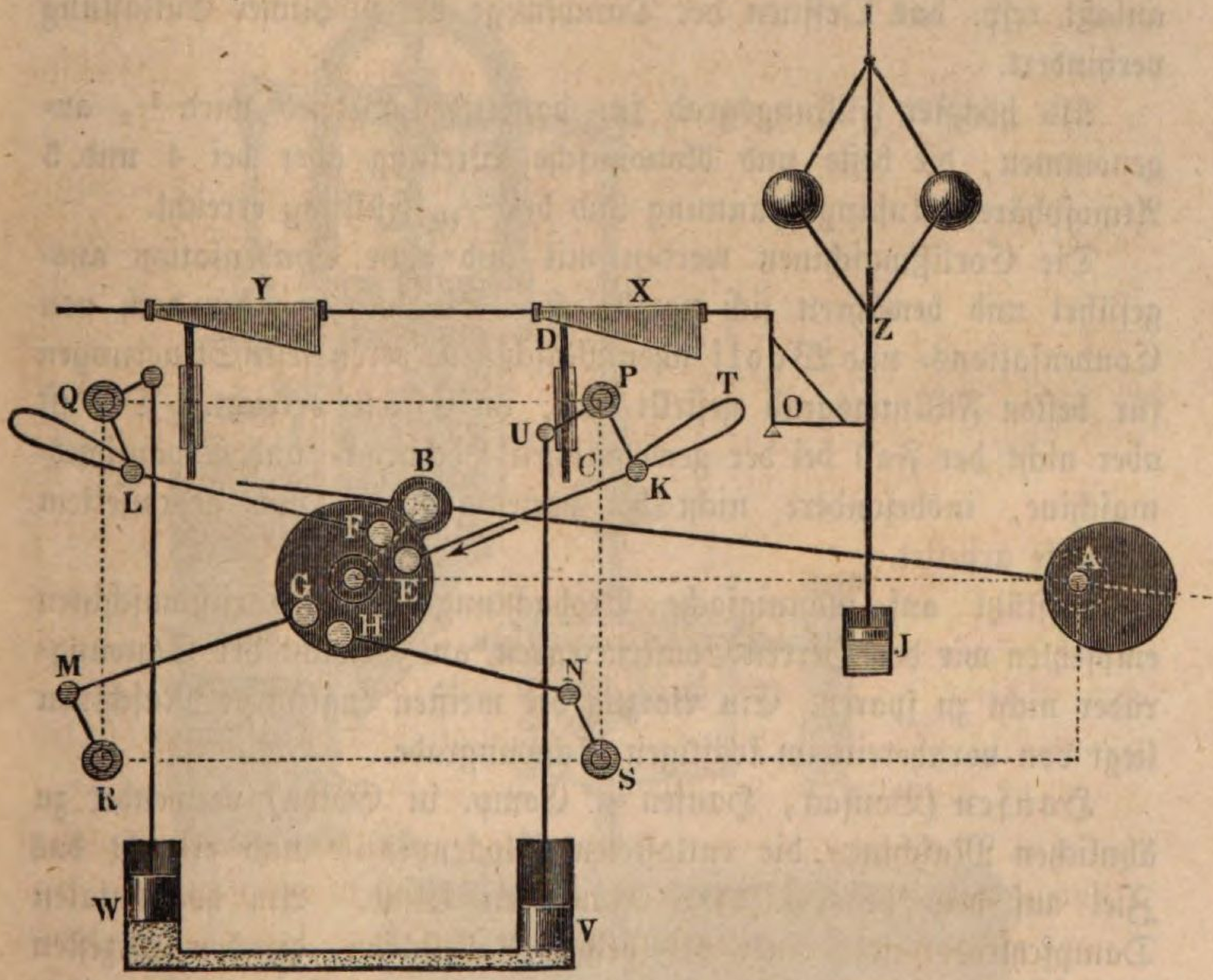
Der vorangegangenen Erläuterung neuester Corlißmaschine (Patent von J. F. Spencer u. Inglis) lassen wir nun noch Bild und Beschreibung der ursprünglichen in einfachen Umrissen Fig. 200 folgen. Bald wird man aus Vergleich beider Figuren die Vereinfachung und somit auch Verbesserung der Maschine Fig. 199 gewahren.

A, Excentrik auf Schwungradwelle, treibt durch Stange *A B* die Scheibe *E F G H*. *P* und *Q* Drehschieber für den Einlaß, *R* und *S* dieselben für den Auslaß, und diese durch Hebel *R M*, *S' N*, Stangen *M G*, *N H* von der Scheibe gesteuert. Für die Einlaßschieber zu bewegen, gehen die Stangen *E K*, *F L* an die betreffenden Hebel *P K* und *Q L*, sind aber schleifenartig bei *K T* zum Zweck des Federns gestaltet, und können hierdurch mit Nasen die Hebel erfassen und loslassen. Das Erfassen des Hebels *P K* erfolgt hier gerade, wo Stange *E K* den Weg nach Pfeilrichtung einschlägt. *V* und *W*

sind die Gewichte, welche hier die Drehung der Einlaßschieber behufs Absperrung des Dampfes bewirken.

V wird sofort thätig, wenn ein Schieber *D C*, durch Keil *X* gesteuert (ebenso für *Q* durch *Y*) die Stange *E K* vom Hebel *P K*

Fig. 200.



auslöst. Cylinder, mit Luft gefüllt und mit einander communicirend, umgeben die Gewichte *V* und *W*, was die Stöße vermeidet.

Der kräftige Regulator *Z* bewegt von seiner schiebbaren Hülse aus den Winkelhebel *O*, und dieser den Steuerbaum *X Y* in horizontalen zu *Q* und *P* festem Wege. Auf dem Steuerbaum sind die Keilstücke *X Y* verstellbar fixirt und ist so die Möglichkeit feinster Adjustirung gewonnen.

Der ganze Auslösungsmechanismus muß auch gegen Stöße und heftige Bewegungen geschützt werden, die im Gefolge starker Schwankungen des Regulators vorkommen. Zu dem Zwecke läuft die Regu=

latorhülse in eine Scheibe oder Kolben aus, der von Wasser im Cylinder J (ähnlich dem Cataracte §. 185 zu Ende) getragen wird.

Der Regulator ist von ausgezeichneter Empfindlichkeit und mit den Dampfeinlaßschiebern so verbunden, daß er das Schließen derselben für jede Stellung des Kolbens von O bis $^3/_4$ der des Schubes veranlaßt resp. das Oeffnen der Dampfwege bei plötzlicher Entlastung verhindert.

Als höchster Füllungsgrad für dauernden Betrieb wird $^1/_2$ angenommen, die beste und ökonomische Wirkung aber bei 4 und 5 Atmosphären Anfangsspannung und bei $^3/_{10}$ Füllung erreicht.

Die Corlißmaschinen werden mit und ohne Condensation ausgeführt und bewähren sich vorzüglich. Sie werden aber doch von Condensations- und Woolf'schen Maschinen, deren feste Steuerungen für besten Füllungsgrad gestellt sind, im Effecte erreicht. Das ist aber nicht der Fall bei der gewöhnlichen Hochdruck- und Expansionsmaschine, insbesondere nicht bei derjenigen, die mit gedrosseltem Dampfe arbeitet.

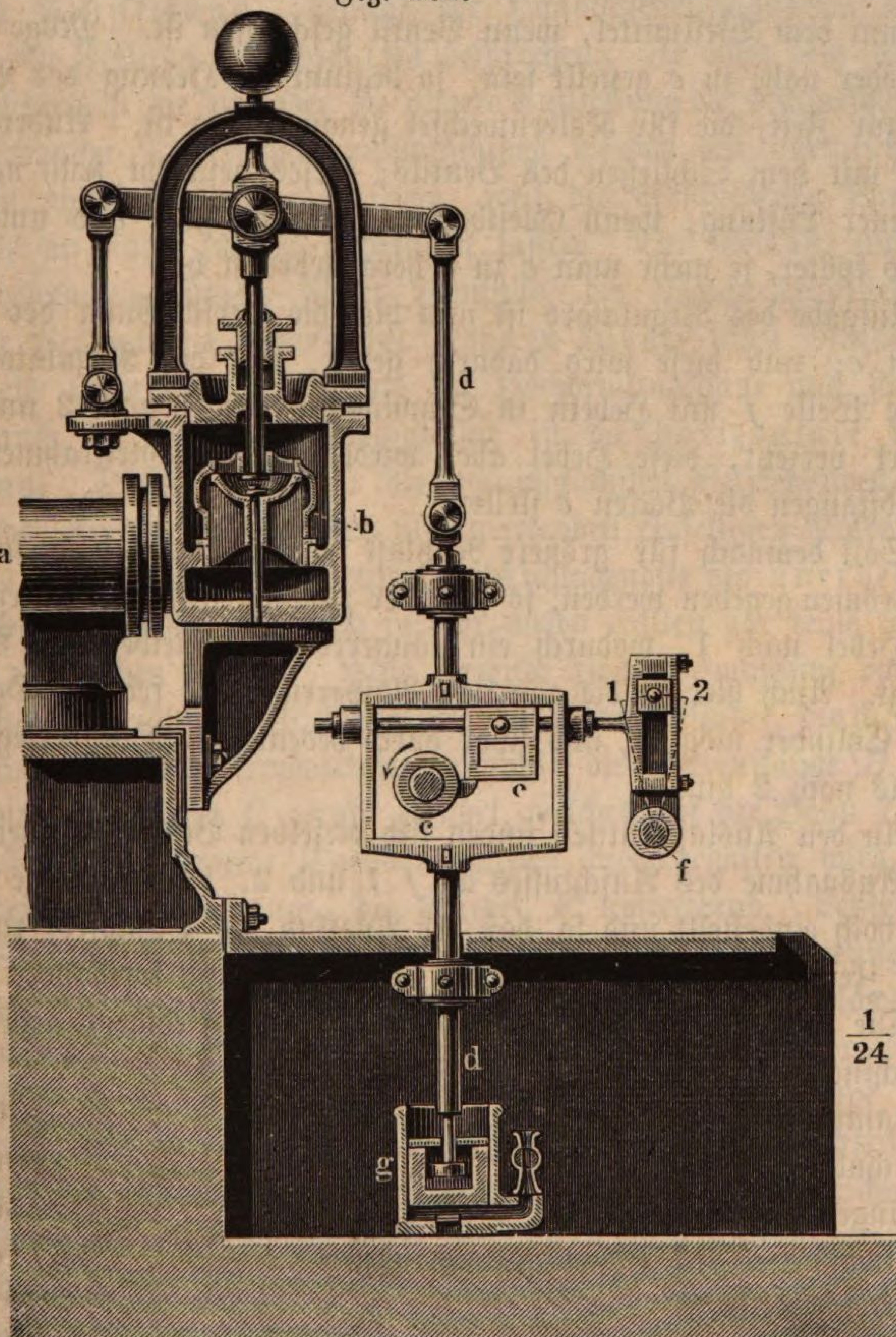
Gestützt auf mannigfache Beobachtungen an Corlißmaschinen empfehlen wir den Herren Constructeuren, am Gewicht der Schwungräder nicht zu sparen. Ein Vorzug der meisten englischen Maschinen liegt von vornherein im kräftigen Schwungrade.

Hansen (Bonsack, Hansen u. Comp. in Gotha) verwendet zu ähnlichen Maschinen die entlasteten Glockenventile und erreicht das Ziel auf dem in Fig. 201 erläuterten Wege. Am horizontalen Dampfcylinder ist a einer der beiden Rohrstutzen, die den kürzesten Uebergang aus länglichen Dampfwegen am Cylinder in rundem Querschnitt von dem Ventilgehäuse bewirken. b ein Einlaßventil, dem jedesmal zur Seite und etwas tiefer ein Auslaßventil steht. Auf b ruht der frische Dampf, der bei Lüftung des Ventils nach unten tritt, durch a in den Cylinder, aus diesem und durch das Auslaßventil, ähnlich b, fortgeht.

Zur Bewegung der vier Ventile ist die Welle c parallel der Längenachse der Maschine gelagert, in Umdrehung nach der gezeichneten Pfeilrichtung gesetzt und gleich viel Umdrehungen wie die Kurbelwelle machend. Ein Gestänge $d\,d$, um jene Welle c rahmenförmig erweitert, wird durch Hebedaumen derselben auf- und abgeschoben, dabei

genau durch Führungen vertikal geleitet. Der Obertheil von *d* geht an den Lüftungshebel des Ventils, der auf einer Schwinge ruht.

Fig. 201.



Der Untertheil endet in einen Kolben und dieser schiebt im Cylinder *g* auf und ab. Ein Lufthahn am Cylinderfuß gestattet, das Niederfallen des Gestänges stoßfrei zu reguliren.

Wenn der Hebedaumen das Gleitstück *e* anfaßt, so hebt sich *d d* und somit lüftet sich das Ventil. *e* ist im Rahmen horizontal verschiebbar und die Angriffsfläche für den Daumen liegt genau gleich hoch mit dem Wellmittel, wenn Ventil geschlossen ist. Möge nun *e* weit oder nahe zu *c* gestellt sein, so beginnt die Hebung des Ventils stets zur Zeit, die für Kolbenwechsel genau nöthig ist. Anders aber ist es mit dem Schließen des Ventils; dieses geschieht früh nach begonnener Lüftung, wenn Gleitbacke *e* entfernt steht und umgekehrt um so später, je mehr man *e* zu *c* herangebracht hat.

Aufgabe des Regulators ist nun hier die Verschiebung der Gleitbacken *e*; und diese wird dadurch gelöst, daß der Regulator eine dünne Welle *f* mit Hebeln in Schwingung von 1 nach 2 und umgekehrt versetzt, diese Hebel aber wieder mittelst Gleitrahmen und Schubstangen die Backen *e* stellen.

Soll demnach für größere Nutzlast mehr Dampf, d. h. längeres Einströmen gegeben werden, so stellt der zusammenklappende Regulator den Hebel nach 1, wodurch ein längeres Offenbleiben des Ventils erfolgt. Auch hier ist die gänzliche Absperrung des frischen Dampfes vom Cylinder möglich, und zwar durch bedeutendes Hinüberlegen des Hebels nach 2 hin.

An den Auslaßventilen finden sich dieselben Bewegungstheile vor, mit Ausnahme des Anschlusses an *f* 1 und 2. Die Knagge *e* steht dort hoch eingestellt und so, daß der Ausfluß des Dampfes, zur richtigen Zeit beginnend, während des Kolbenrücklaufs fortdauert.

Die Hauptdimensionen einer solchen, sehr befriedigend arbeitenden Maschine sind:

Dampfkolbendurchmesser	580mm
Schub	1100 „
Länge der Schubstange	2750 „
Durchmesser des Schwungrades, außen	5116 „
Gewicht desselben	200 Ctr.
Zahl der Hübe pro Minute	33 „
Dampfspannung im Kessel, Ueberdruck	4,5 Atm.

Die Maschine arbeitet mit Condensation. Man wendet diese Steuerung nur bei Maschinen über 40 Pferdestärken und für Dampf von mindestens $4^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck an.

180. Wir haben bisher die Dampfmaschinen nur nach der Art der Benutzung der Dampfkraft unterschieden; eine weitere, praktisch wesentliche Unterscheidung liegt in der Anordnung ihrer Theile, in ihrer Aufstellung. Einige der Hauptaufstellungsarten haben wir in den Figuren 156 bis 194 besprochen. Je nach dem Zwecke der Maschine ist die eine oder die andere Aufstellung die vortheilhaftere.

Stationäre Niederdruckdampfmaschinen werden am vortheilhaftesten mit einem Balancier versehen, weil die verschiedenen Pumpen sich leicht an einem solchen anbringen lassen. Bei Gebläse- und bei Wasserhebungsmaschinen findet ebenfalls die Balancieraufstellung vielfache Verwendung, ebenso bei größeren Woolf'schen Maschinen. Eine sehr verbreitete Aufstellung der Hochdruckmaschine und stellenweise auch der Condensationsmaschine ist die horizontale Aufstellung. Dieselbe wird für die mannigfachsten Betriebszwecke benutzt; die Einwürfe wegen des zu erwartenden einseitigen Kolbenverschlusses sind durch die Lokomotiven aufs schlagendste als unerheblich nachgewiesen, so daß man sich in sehr vielen Fällen gar keine Sorge darum zu machen braucht. Eine liegende Hochdruckmaschine von 12 Pferdestärken zeigt Fig. 202 (a. f. S.). *A* Dampfcylinder, durch einen Holzmantel gegen Wärmeverluste geschützt; die Kolbenstange *B* wird durch ein Querhaupt *C* gerade geführt, welches auf der Bahn *D* mit Deckleisten gleich einem Drehbankschlitten niedergehalten wird. *E* schmiedeiserne Pleuelstange, die Kurbel *F* umtreibend. Letztere ist als Wellenkröpfung ausgeführt, auf deren einer Verlängerung das Schwungrad *G* sitzt. *H* ist das Steuerungsexcentrik, welches den auf der Rückseite der Maschine liegenden Schieber mittelst der Stange *J* treibt. *K* Einlaßventil, hinter welchem die Drosselklappe liegt; diese wird durch den Regulator *L* passend gestellt. *M* Excentrik zum Betrieb einer Speisepumpe *N*. Cylinder, Führungslineal, Schwungradwellenlager und Pumpe sowie Regulatorgestell sind auf eine gemeinschaftliche Grundplatte *O O* aufgeschraubt, welche durch Fundamentanker auf den Steinsockel *PP* befestigt ist. Man kann bei Anwendung einer solchen Grundplatte (welche hier als gefäßartig gehöhlt zu denken ist) alle Organe der Maschine auf dieser Platte schon in der Maschinenfabrik in der richtigen Lage befestigen oder anpassen; die Sicherheit und Genauigkeit des Zusammenhanges der

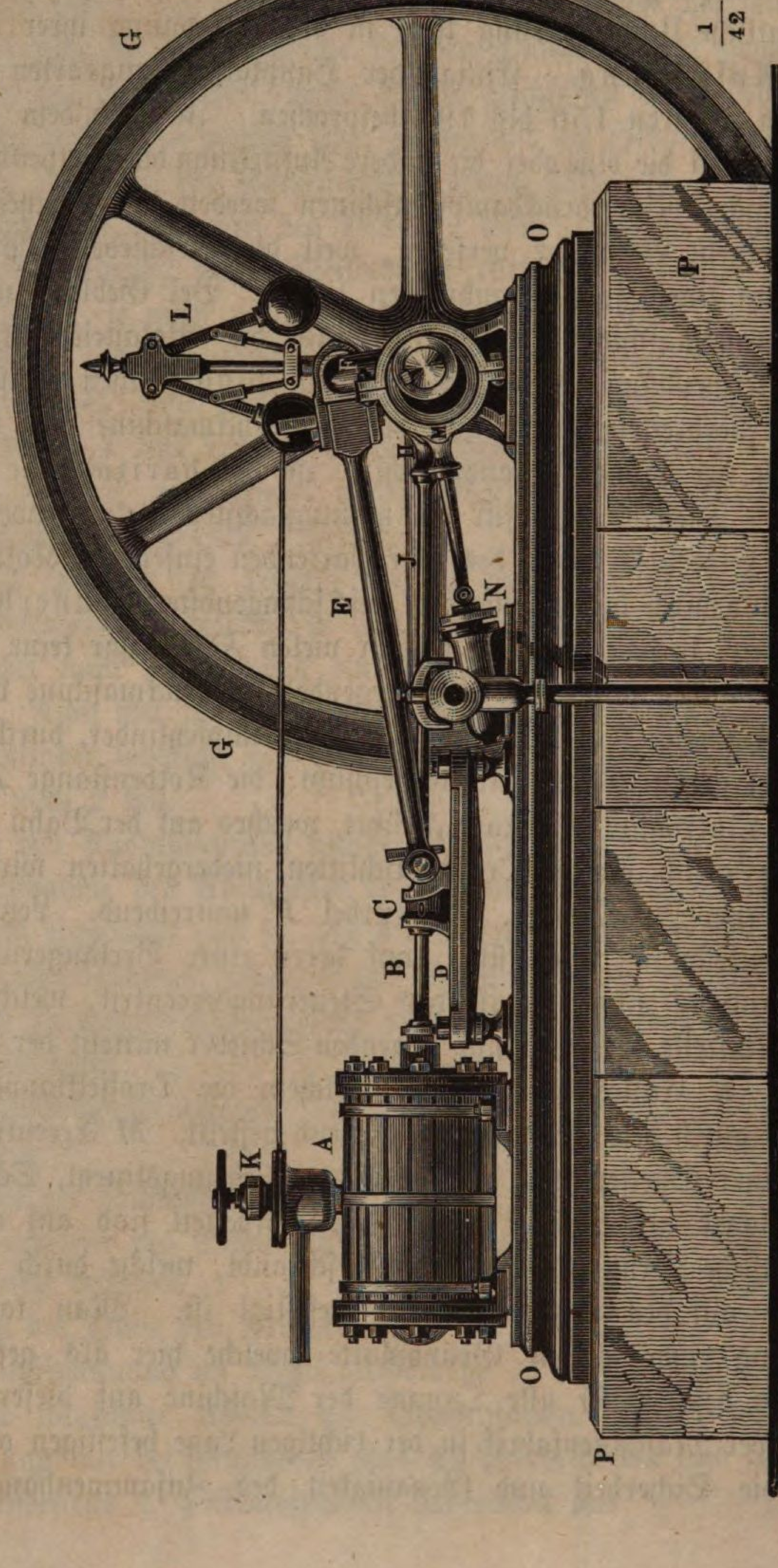
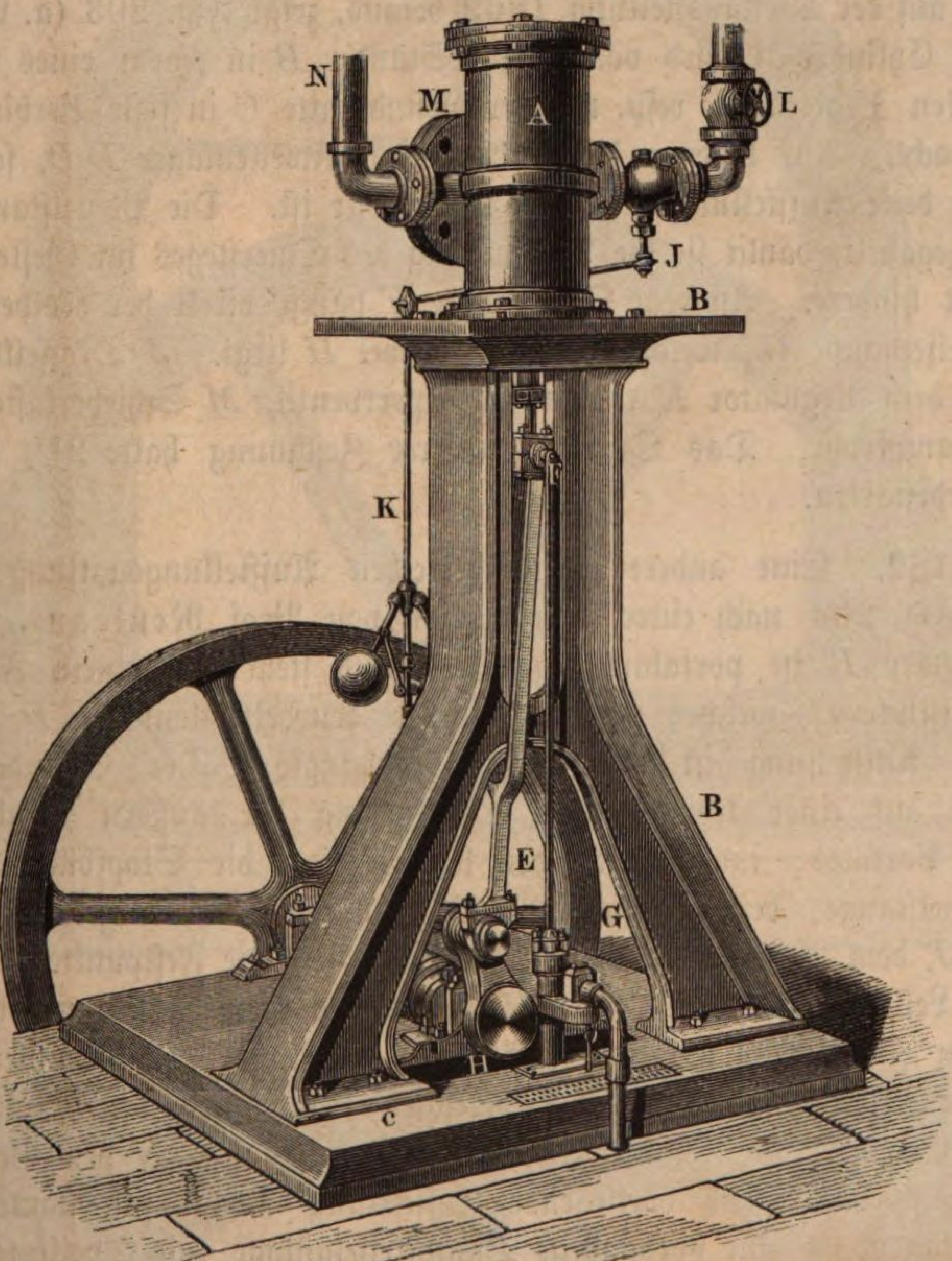


Fig. 202.

Theile hängt also nicht von dem Gebäude ab, in welchem die Maschine gebraucht wird. Man nennt solche Aufstellungen **unabhängige**. Auch die **Watt**'sche Aufstellung, Fig. 156, ist eine unabhängige; abhängig dagegen die in Fig. 166 und 167 sowie die in Fig. 189. Bei kleineren Maschinen liebt man die unabhängigen Aufstellungen; vor allem da, wo man auf einen etwaigen Ortswechsel der Maschine

Fig. 203.



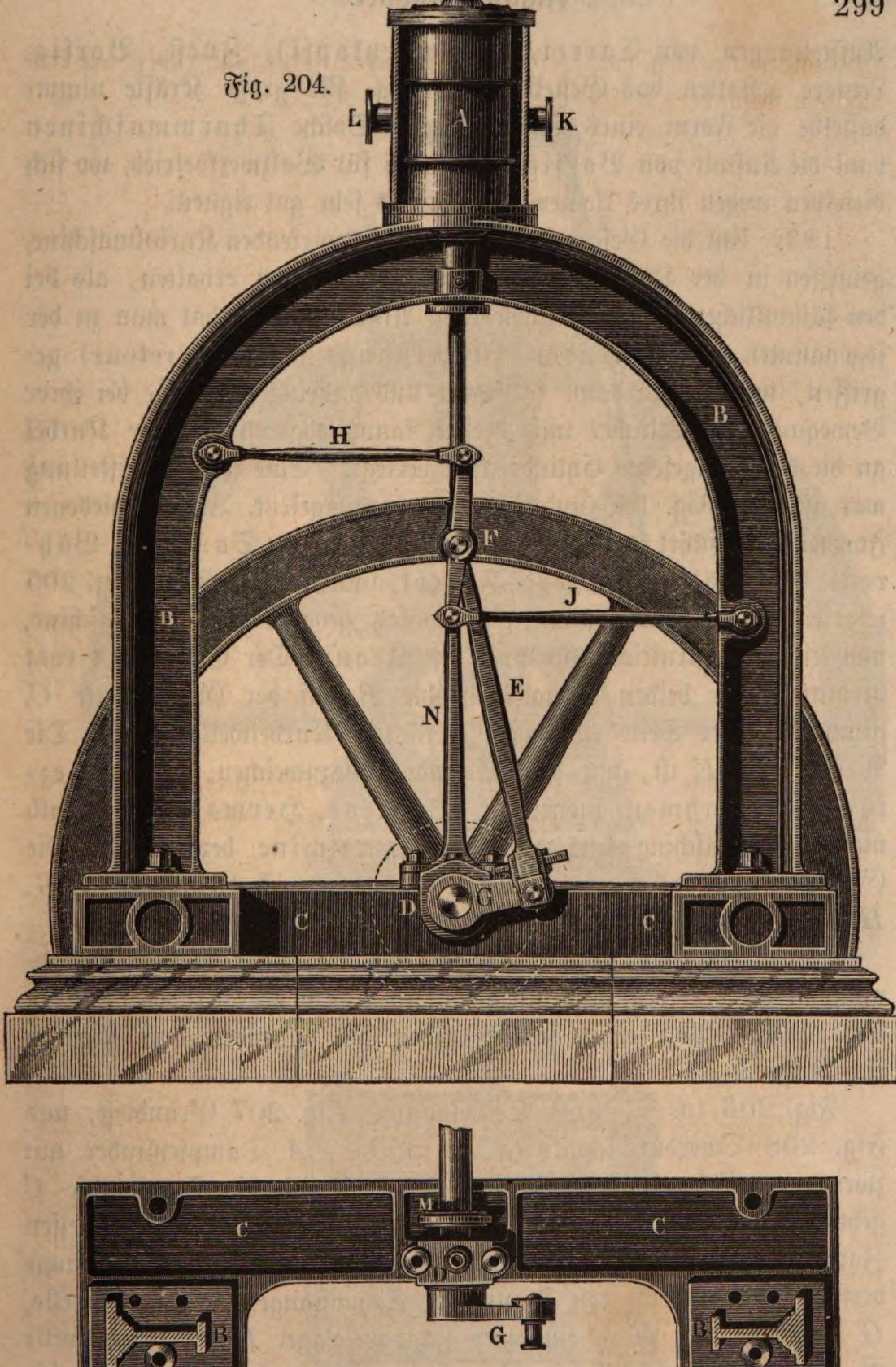
Bedacht zu nehmen hat. Wir machen hierauf Maschinenbesteller und -Käufer besonders aufmerksam.

181. Eine recht brauchbare Aufstellung der direkt wirkenden Kurbel-Dampfmaschine ist diejenige, bei welcher der Cylinder vertikal und dabei über der Kurbel liegt. Diese Anordnung wird in vielen Formen hinsichtlich des Gestelles ausgeführt. Ein Muster einer kleinen so aufgestellten Hochdruckmaschine (von Bach), welche sich auf der Weltausstellung 1862 befand, zeigt Fig. 203 (a. v. S.). Der Cylinder *A* wird von einem Ständer *B* in Form eines umgekehrten *Y* getragen, resp. mit der Grundplatte *C* in feste Verbindung gebracht. Auf letzterer liegen beide Kurbelwellenlager *D D*, so daß auch diese Aufstellung eine unabhängige ist. Die Pleuelstange *E* ist gegabelt, damit sie die Anbringung des Quersteges im Gestelle *B* nicht hindere. An dem Querhaupte *F* hängt direkt der Kolben der Speisepumpe *G*, welche vor der Kurbel *H* liegt. *J* Drosselklappe, von dem Regulator *K* regiert, *L* Sperrventil, *M* Schieberkasten, *N* Abdampfrohr. Das Original unserer Zeichnung hatte $2^1/_2$ bis 4 Pferdestärken.

182. Eine andere Form derselben Aufstellungsgattung zeigt die Fig. 204 nach einer Construktion von Prof. Reuleaux. Der Ständer *B* ist portalartig geformt, und steht auf einem Fundamentstücke *C*, welches nur das vordere Kurbelwellenlager *D* trägt. Die Aufstellung ist also nicht unabhängig. Der Cylinder *A* steht auf einer kreisförmigen Erweiterung der äußern Randrippe des Portales; im Scheitel des letztern liegt die Stopfbüchse. *E* Pleuelstange, deren Querhaupt *F* von einer Gelenkgeradführung *H*, *J*, dem Watt'schen Lenker, geführt wird; die Festpunkte der beiden Lenkerpaare (beide Lenker *H* und *J* sind doppelt) finden sehr bequem eine Stelle an dem Ständer. *G* Kurbel, *K* Dampfeinlaß, *L* Dampfauslaß. Der Schieberkasten liegt hinter dem Cylinder; ein Excentrik *M* treibt mittelst der Excenterstange *N* den Vertheilungsschieber. Die vorliegende Aufstellung möchte sich namentlich da eignen, wo eine vorhandene Dampfkesselanlage, mit Speisung und Zubehör schon versehen, den Dampf zu liefern hat.

Andere Formen für dieselbe Gruppirung der Theile zeigen die

Fig. 204.



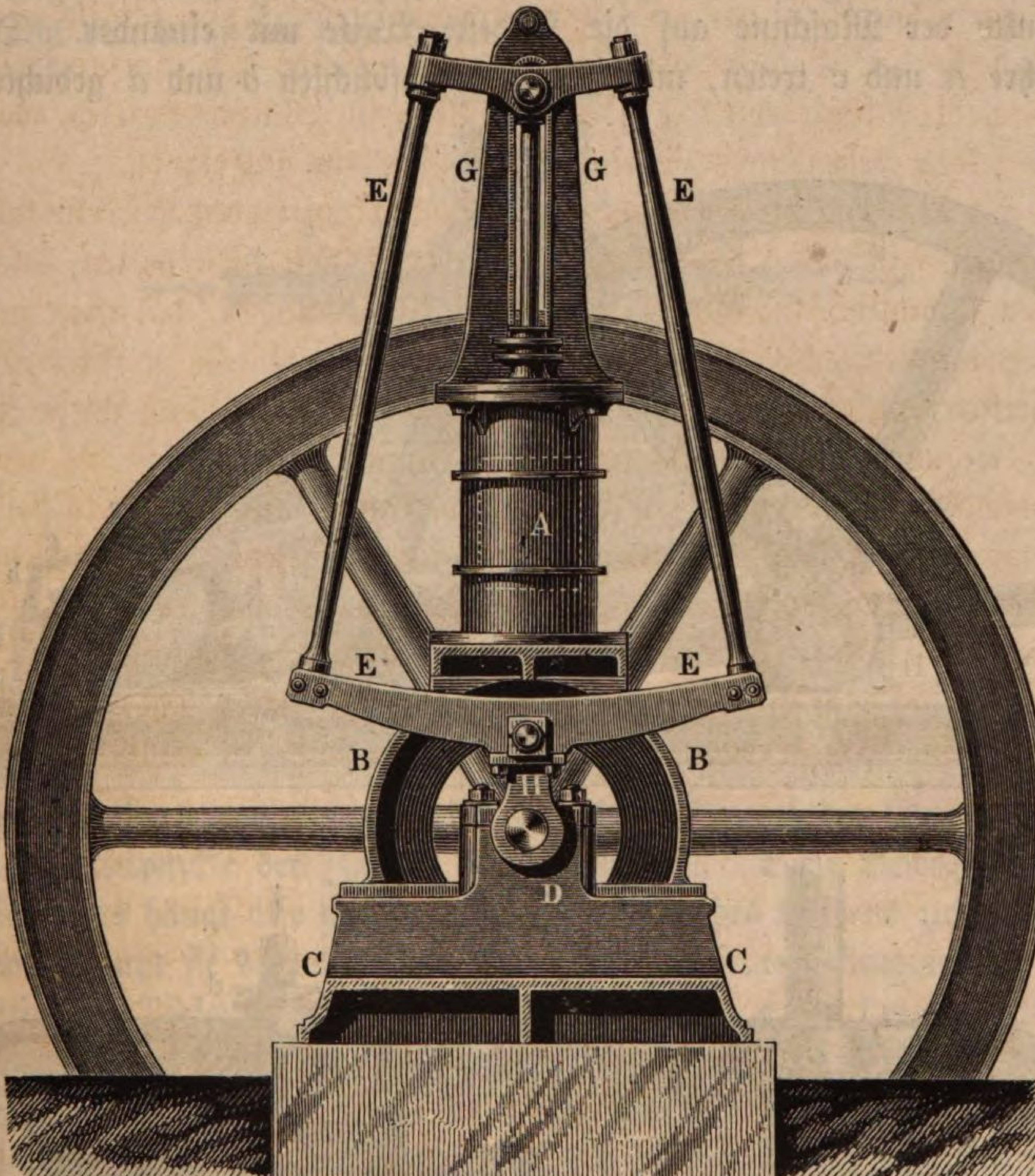
Aufstellungen von Carret, (Schwartzkopff), Zuest, Borsig. Letztere gestalten das Gestell rohrförmig; für große Kräfte nimmt dasselbe die Form eines Thurmes an. Solche Thurmmaschinen baut die Anstalt von Borsig namentlich für Walzwerkbetrieb, wo sich dieselben wegen ihres kleinen Grundrisses sehr gut eignen.

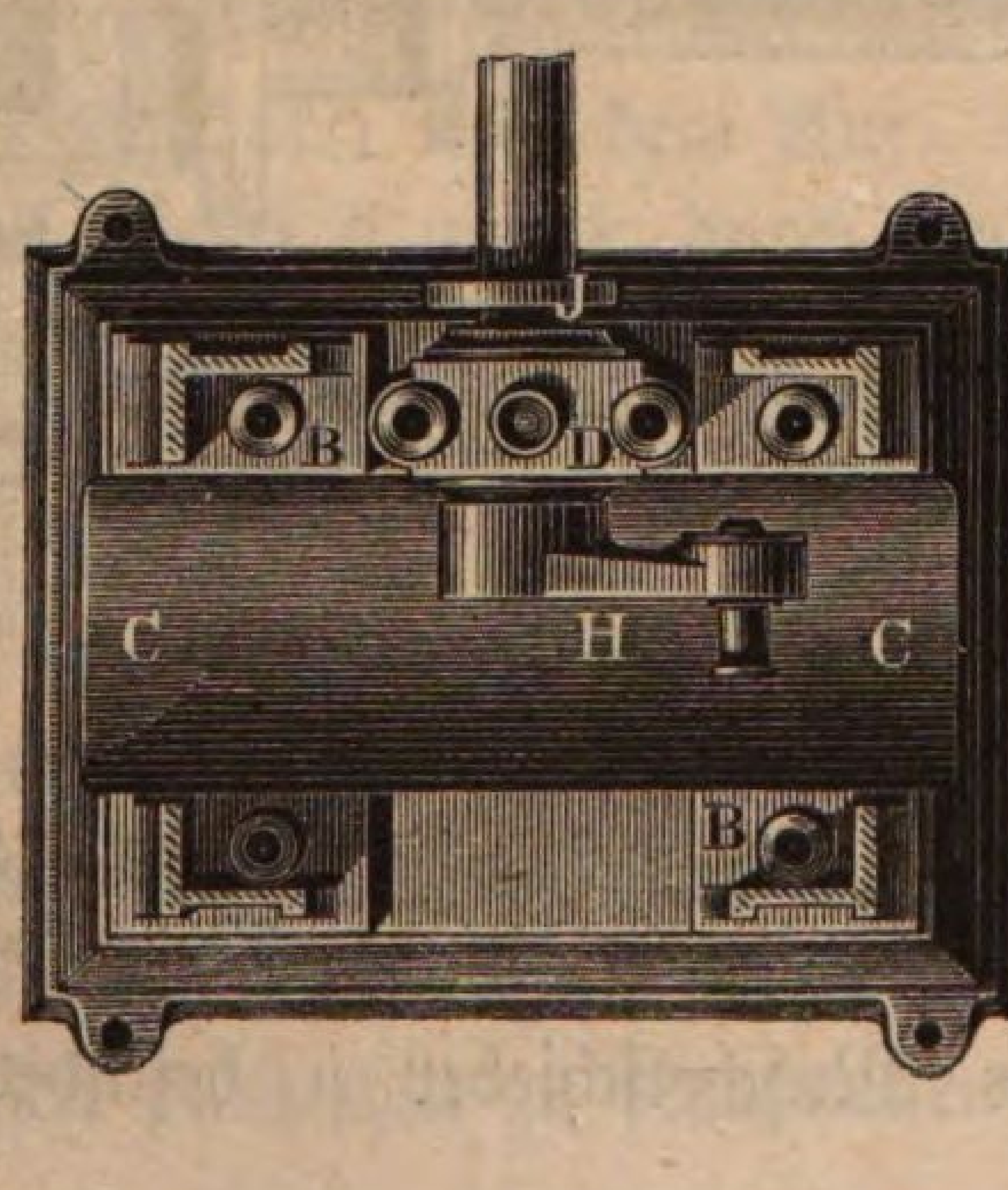
183. Um die Gesammtlänge der direktwirkenden Kurbelmaschine, gemessen in der Kolbenstangenrichtung, kleiner zu erhalten, als bei den sämmtlichen bisher beschriebenen Anordnungen, hat man zu der sogenannten rückkehrenden Pleuelstange (bielle à retour) gegriffen, welche man dann so formt und anbringt, daß sie bei ihrer Bewegung den Cylinder nicht treffen kann, obgleich man die Kurbel an die entgegengesetzte Cylinderstirn verlegt. Eine solche Aufstellung war auch bei Fig. 185 und Fig. 186 vorausgesetzt. In verschiedenen Formen ausgeführt wurde diese Aufstellung u. a. von Saulnier, Bährens, Maudslay, Tuxford, Farcot, auch vom Verfasser. Fig. 205 zeigt eine nach dem genannten Grundsatz gebaute Hochdruckmaschine, nach einer Construktion von Prof. Reuleaux. Der Cylinder *A* ruht vermittelst der beiden Steigbügelstühle *B* auf der Grundplatte *C*, welche an einer Seite ein Lager *D* für die Kurbelwelle trägt. Die Pleuelstange *E* ist, um dem Cylinder auszuweichen, als trapezförmiger Rahmen ausgeführt (Bährens, Hermann), weshalb man die Maschine kurz als Trapezmaschine bezeichnet. Die Geradführung des Querhauptes *F* geschieht durch die Lineale *G G*. *H* Kurbel, *J* Steuerungsexcentrik.

184. Eine für einzelne Zwecke sehr wichtig gewordene Anordnung ist die der Maschine mit schwingendem oder oscillirendem Cylinder. Von einer solchen geben die folgenden drei Figuren ein Beispiel.

Fig. 206 (a. S. 302) Seitenansicht, Fig. 207 Grundriß, und Fig. 208 Querdurchschnitt (a. S. 303). *A* Dampfcylinder mit zwei angegossenen hohlen Zapfen *B B*. Durch die Stopfbüchse *C* geht die Kolbenstange *D* direkt an den Krummzapfen *E*, dessen Zapfen sie mit einem Schubstangenkopf umfaßt. Die Kolbenstange versieht hier zugleich den Dienst der Schubstange. *F* Kurbelwelle, *G* Schwungrad. Das eine hier sichtbare Lager *H* der Kurbelwelle ist auf dem Rahmen *I* festgeschraubt, welcher auch die Lager für die

Fig. 205.





Cylinderzapfen *B*, *B* trägt. Dieser Rahmen verbindet die festen Punkte der Maschine auf die solideste Weise mit einander. Die Rohre *a* und *c* treten, mittelst der Stopfbüchsen *b* und *d* gedichtet,

Fig. 206.

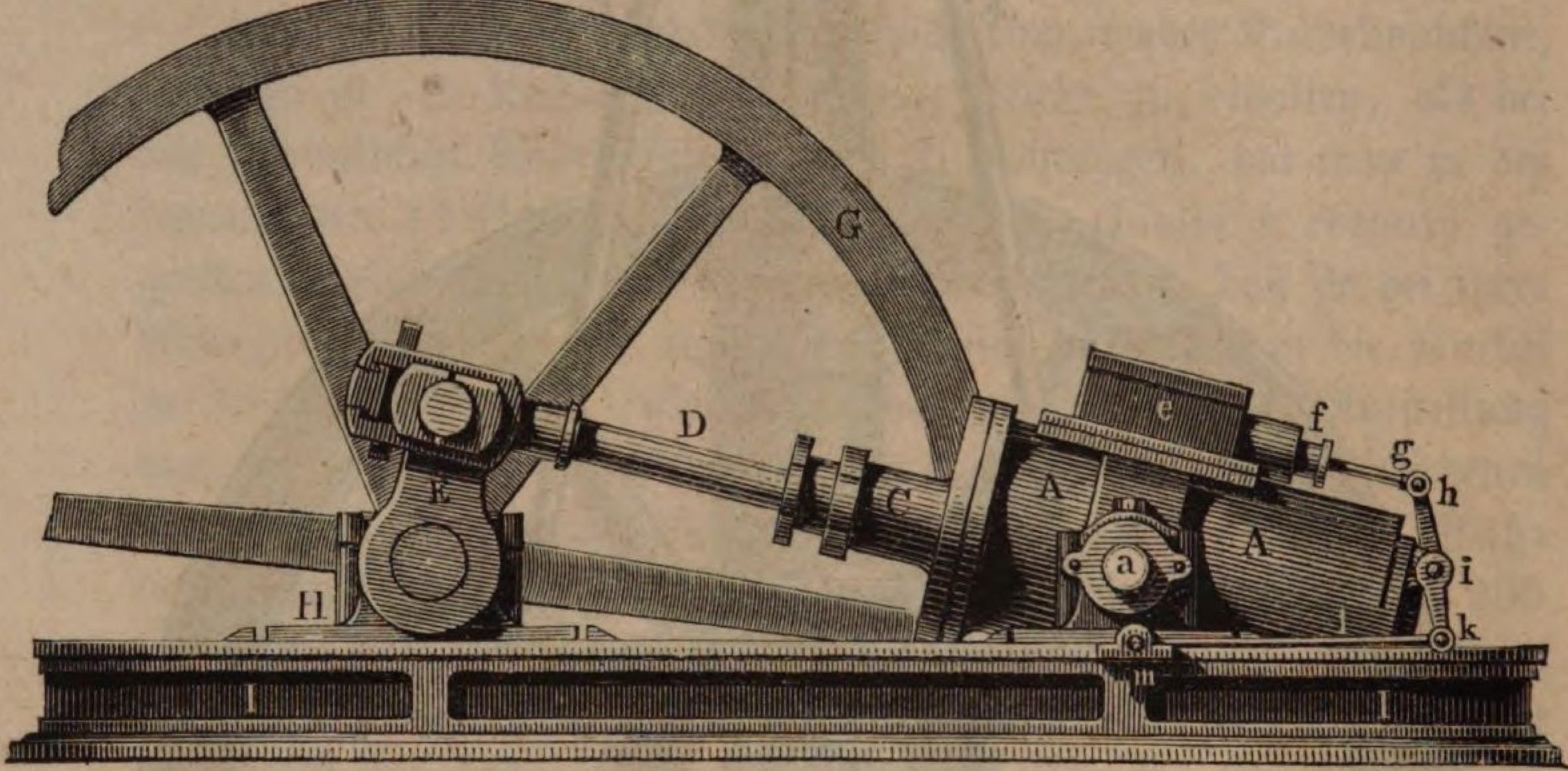
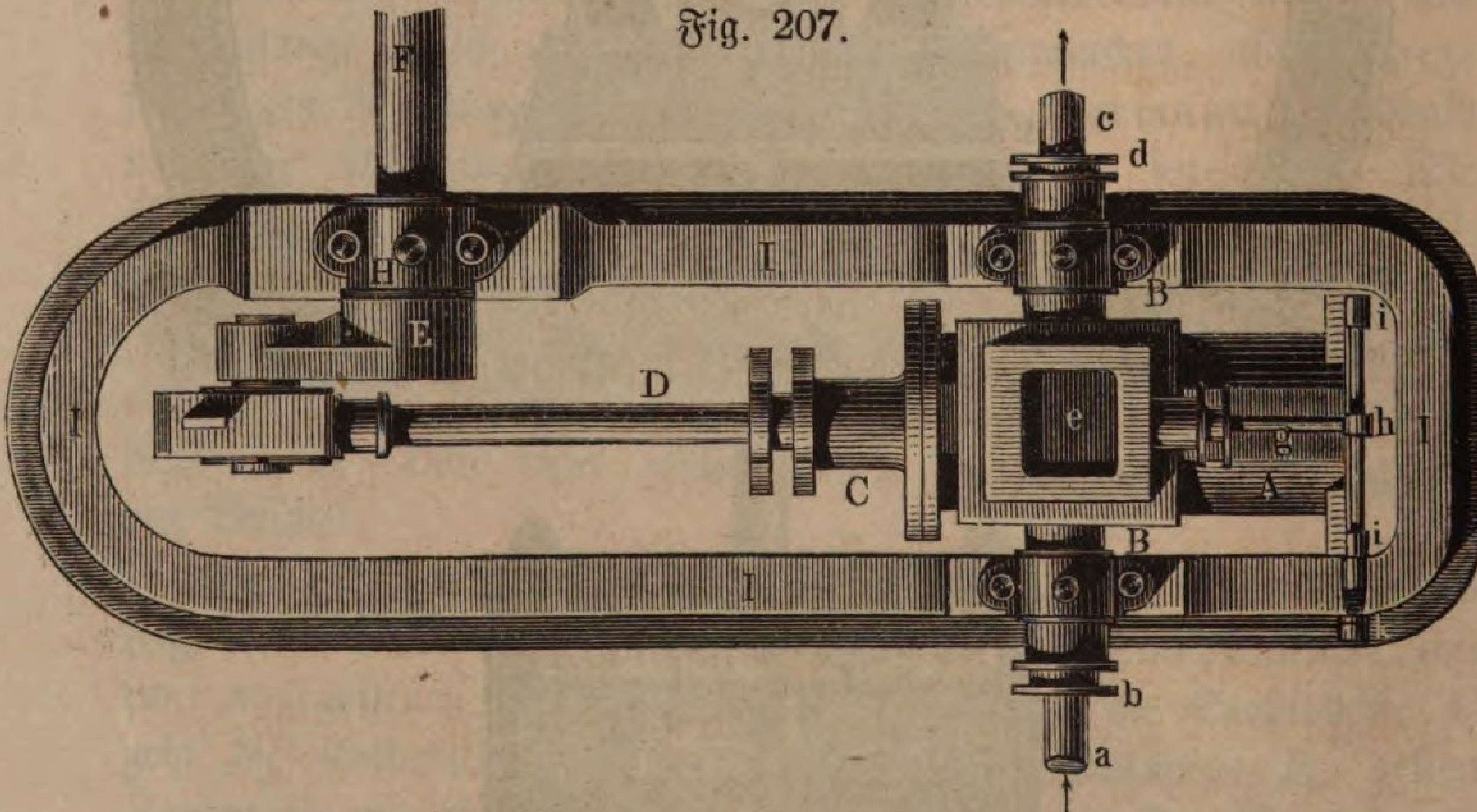


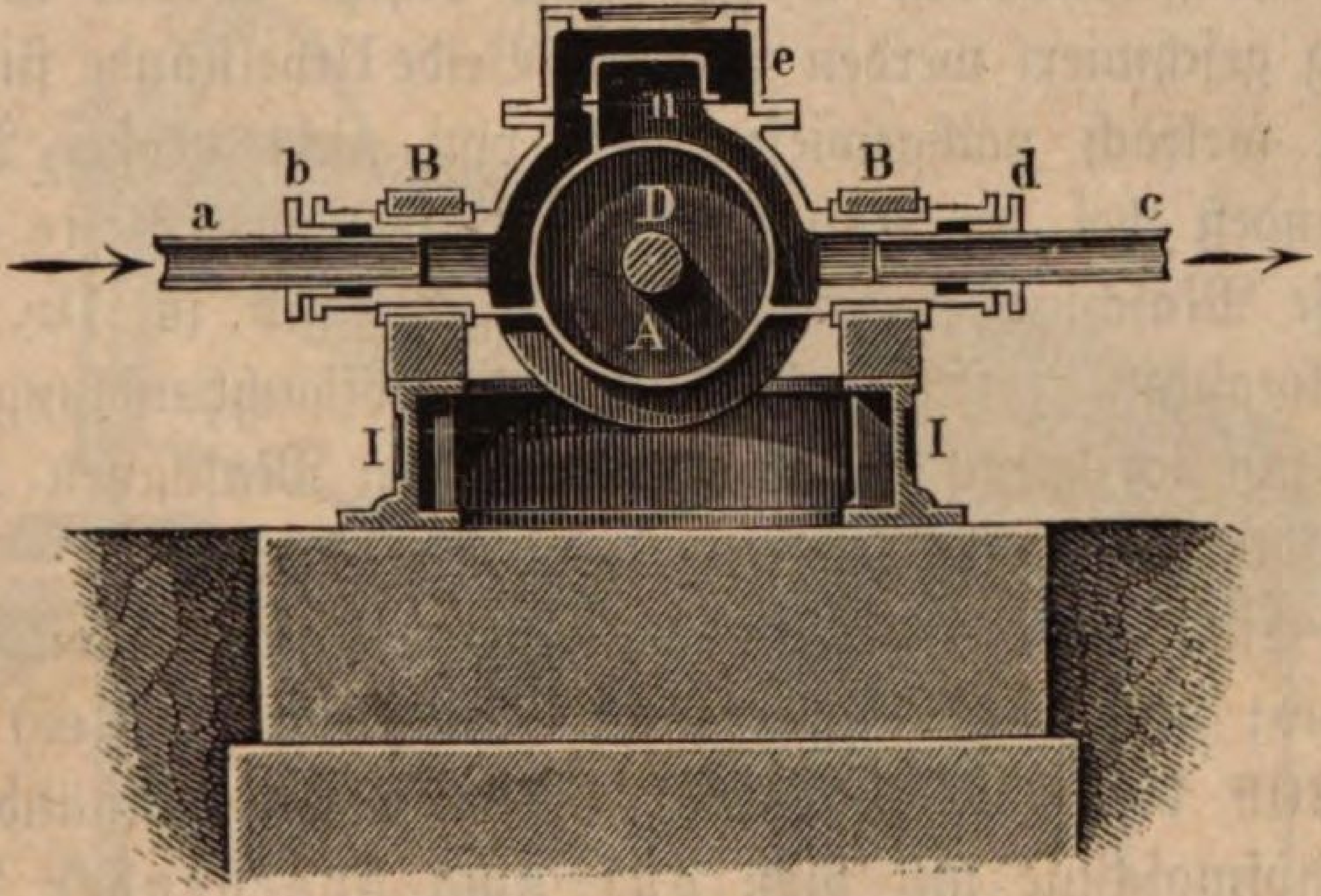
Fig. 207.



in die hohlen Zapfen des Cylinders ein. *a* ist das Dampfeinlaßrohr. Von *a* aus führt ein Dampfkanal in den Schieberkasten *e*, in welchem sich ein gewöhnlicher Muschelschieber *n* befindet. Der gebrauchte

Dampf wird durch den Schieber hindurch nach *c* hingeleitet, und entweicht von da in die freie Luft.

Fig. 208.



Beim Gange der Maschine bewegt sich der Kolben im Cylinder hin und her; da aber der Kopf der Kolbenstange gezwungen ist, sich mit der Kurbelwarze im Kreise zu drehen, so muß der Cylinder um die Mittelpunkte der Zapfen *BB* schwingen. Diese Bewegung des Cylinders hängt also genau mit der Stellung des Kolbens zusammen; man benutzt sie deshalb dazu, dem Schieber seine Bewegung zu ertheilen. Dieselbe wird durch die Gliederung *ghiklm* vermittelt. Durch die Stopfbüchse *f* des Schieberkastens tritt nämlich die Schieberstange *g* nach außen; sie wird von dem auf der Achse *i* sitzenden Hebel *h* angefaßt. Ein zweiter auf *i* befestigter Hebel *k* ist mit dem Lenker *l* verbunden, welcher bei *m* einen mit dem Rahmen *I* fest verbundenen Drehpunkt hat. Bei dem Auf- und Abschwingen der Achse *i* müssen deren Hebel *h* und *k*, durch den Lenker *l* gezwungen, eine um *i* schwingende Bewegung annehmen und diese ist es, welche den Schieber auf seinem Spiegel hin- und herrückt. Die Abmessungen der Theile und die Lage der Punkte *m* und *i* sind so gewählt, daß der Schieber rechtzeitig die Dampfwege öffnet und verdeckt. Ein Voreilen des Schiebers ist indeß bei dieser Steuerungsart nicht zu erreichen. Man baut auch viele oscillirende Maschinen mit Excentriksteuerung; bei einer solchen läßt sich die Voreilung sehr gut anbringen, führt indessen immerhin zu verwickelten Construktionen.

Ein Vorwurf, den man den oscillirenden Dampfmaschinen der beschriebenen Art macht, ist der, daß die Cylinderzapfen einestheils wegen ihrer Höhlungen sehr dick sein müssen, und dann, daß dieselben von dem durchströmenden Dampf stark erhitzt werden und deshalb sehr häufig geschmiert werden müssen. Beide Uebelstände sind, wie die Erfahrung vielfach nachgewiesen hat, von nicht großer Wichtigkeit, sie sind indeß bei der Alban'schen Pendelmaschine vermieden. Ueber diese Maschine findet man Ausführliches in Dr. Alban's „Hochdruckmaschine". (Rostock, Stiller'sche Hofbuchhandlung.) Außerordentlich nützlich haben sich die oscillirenden Maschinen namentlich für die Räderdampfboote erwiesen. (S. unter 188.)

185. Eine Cornwaller Wasserhebungsmaschine (Cornish pumping engine; machine d'épuisement du Cornouailles) ist in den Figuren 209 bis 213 dargestellt, wodurch ein vollständiges Bild einer Dampfmaschine mit bloß auf- und abgehender Bewegung des Dampfkolbens und der zu bewegenden Theile gegeben wird.

Diese Maschinen arbeiten mit Mitteldruckdampf von 2 bis 5 Atmosphären Spannung über den Luftdruck, benutzen im ausgedehntesten Maße die Expansionswirkung desselben, und sind in der Regel auch auf Condensation eingerichtet.

Die Benutzung der Expansion gewährt hier zweierlei Vortheile: zuerst denjenigen der vermehrten Arbeitsleistung des Dampfes (174), sodann eine gegen das Ende der Kolbenbewegung immer mehr abnehmende Geschwindigkeit der bewegten Massen, wodurch Kraftverluste und nachtheilige Stöße vermieden werden. Die Expansion erfolgt je nach der Construktion der Maschinen, der Menge der zu wältigenden Wasser und anderen Bedingungen verschieden, bei $^1/_5$ bis zu $^3/_4$ des Kolbenschubes.

Th. Wicksteed hat vergleichende Versuche in den Londoner Wasserwerken mit einer cornischen und einer Watt'schen Maschine angestellt, welche

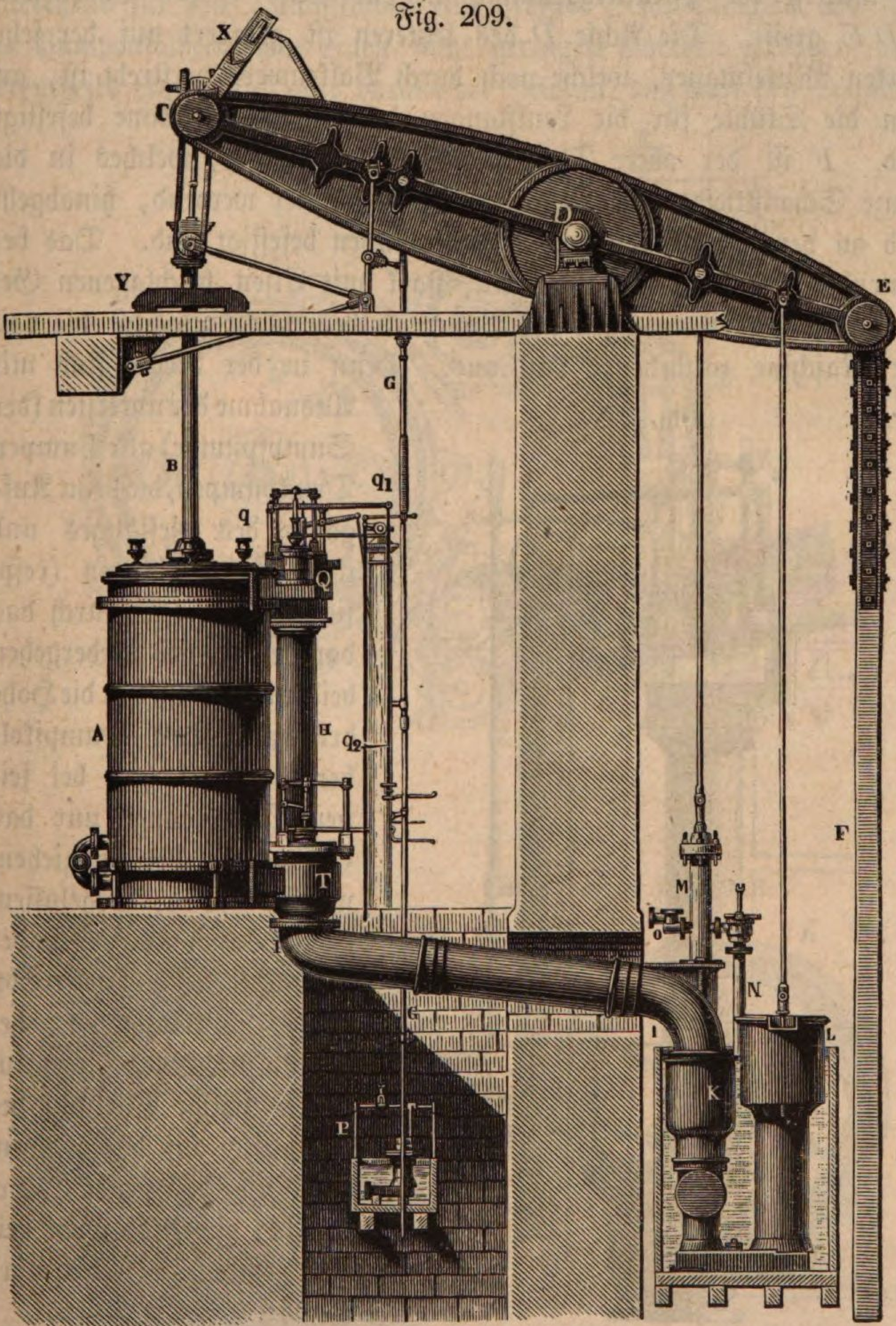
für die erstere 97,000,000 Pfund 1 Fuß hoch,
für die letztere 43,000,000 „ 1 „ „

gehoben pro Centner (112 Pfund) Newcastler Steinkohlen ergaben (vergl. 55).

Fig. 209 Aufriß und Hauptansicht der Maschine.

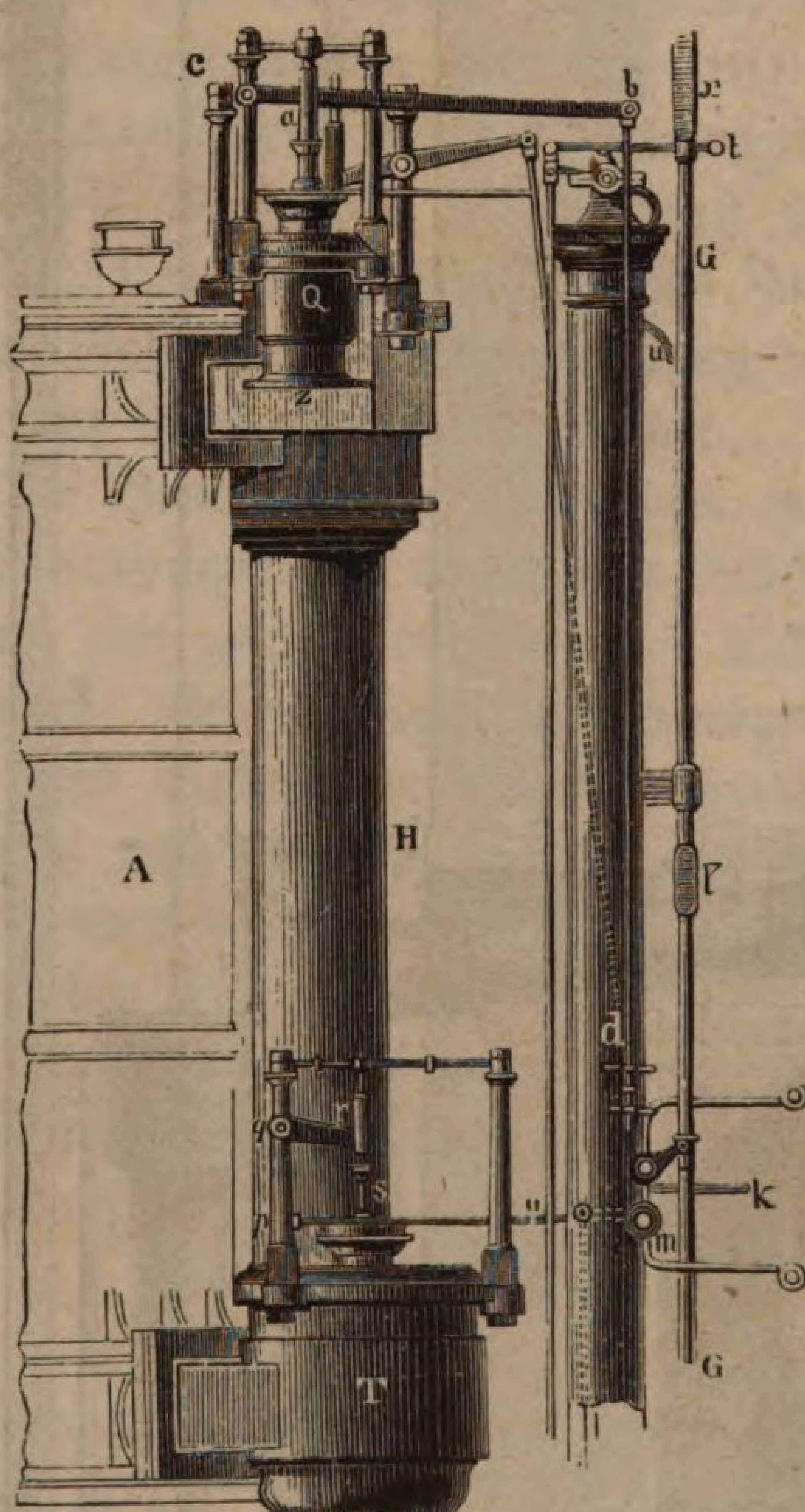
Fig. 210 Aufriß der Steuerung in größerem Maßstabe.
Fig. 211 Grundriß derselben.
Fig. 212 und 213 Ansichten der Dampfventile.

Fig. 209.



A Cylinder der Maschine, auf einem sehr schweren Mauerfundament befestigt. (Man hat Cylinder von 20 bis 108 Zoll im Durchmesser und von 6 bis 12 Fuß Kolbenhub gebaut.) *B* Kolbenstange, die mittelst der Parallelogramms an das Ende *C* des Balanciers *CDE* greift. Die Achse *D* des letzteren ist gelagert auf der sehr starken Mittelmauer, welche noch durch Balkenwerk verstrebt ist, an dem die Stühle für die Lenkstangen der Parallelogramme befestigt sind. *F* ist der obere Theil des Schachtgestänges, welches in die ganze Schachttiefe, von Stufe zu Stufe dünner werdend, hinabgeht und an dem die Kolben der Schachtpumpen befestigt sind. Das bedeutende Gewicht dieses hölzernen, stark mit Eisen beschlagenen Gestänges sammt demjenigen der Pumpenkolben macht zunächst die von der Maschine zu hebende Last aus. Denn in der Regel sind mit Ausnahme der untersten (der Sumpfpumpe) alle Pumpen Druckpumpen, die beim Aufgange des Gestänges und ihrer Kolben saugen (resp. sich füllen), und durch das dann erfolgende Niedergehen beider das Wasser in die Höhe drücken. Der Dampfkolben hat also hier bei seinem Niedergange nur das Gestänge heraufzuziehen, welches dann, losgelassen, das Wasser mittelst der Druckkolben emportreibt. Diese Wirkungsart der Dampfmaschine bedingt eine nur einseitige Wirkung des Dampfes auf den Kolben, nämlich auf dessen obere Fläche; die Maschinen heißen danach e i n f a c h w i r k e n d e.

Fig. 210.



Der Balancier ist ungleicharmig, und zwar ist, wie man sieht, der Hebelarm des Gestänges kürzer, als der der Kolbenstange. Diese Einrichtung ist eine sehr zweckmäßige; denn man erhält ihr zufolge einestheils für den Dampfkolben eine größere Geschwindigkeit, als für die Pumpenkolben, was einen nicht geringen Vortheil gewährt; anderentheils ergiebt sich aber daraus der Gewinn, daß man den Cylinder

Fig. 211.

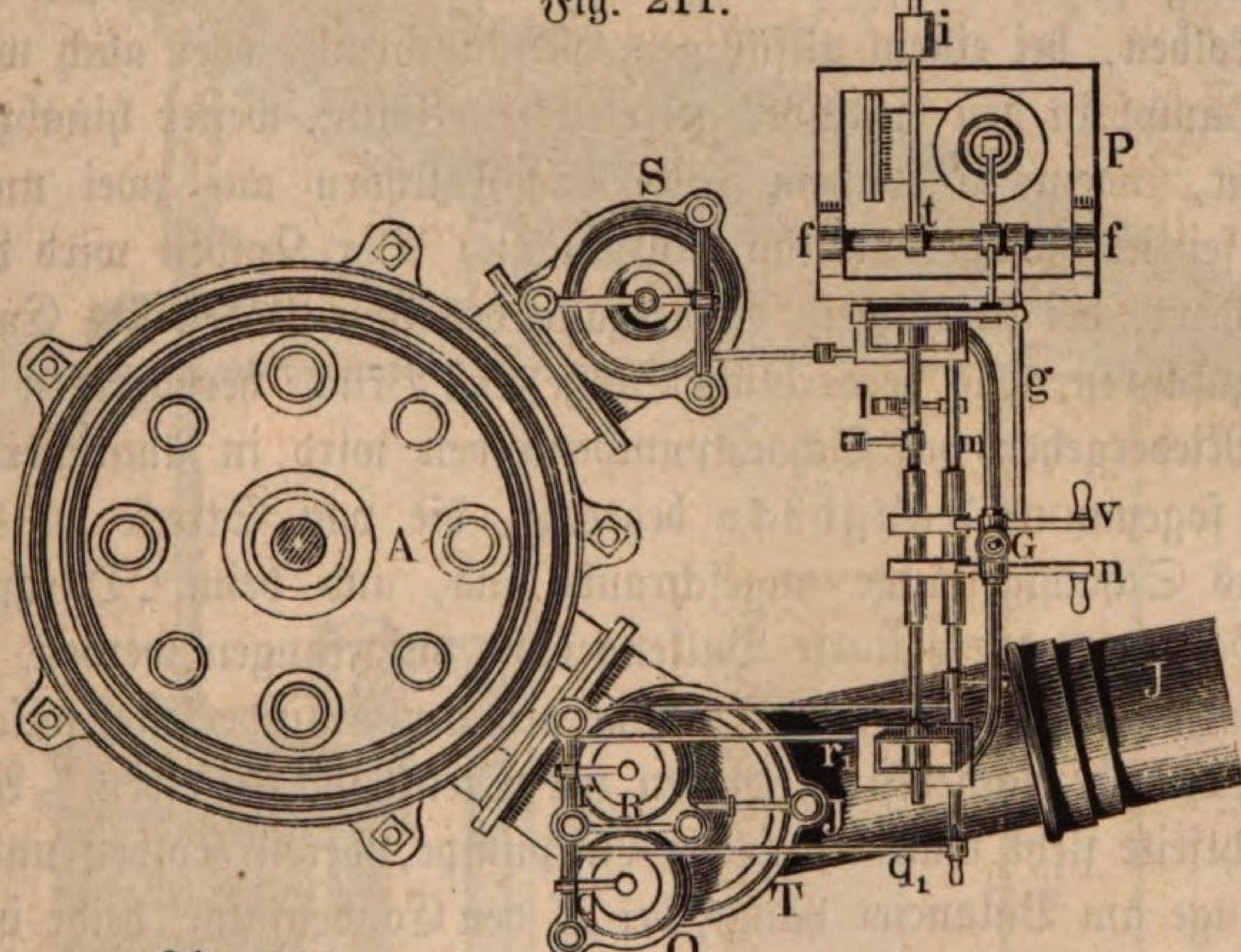


Fig. 212.

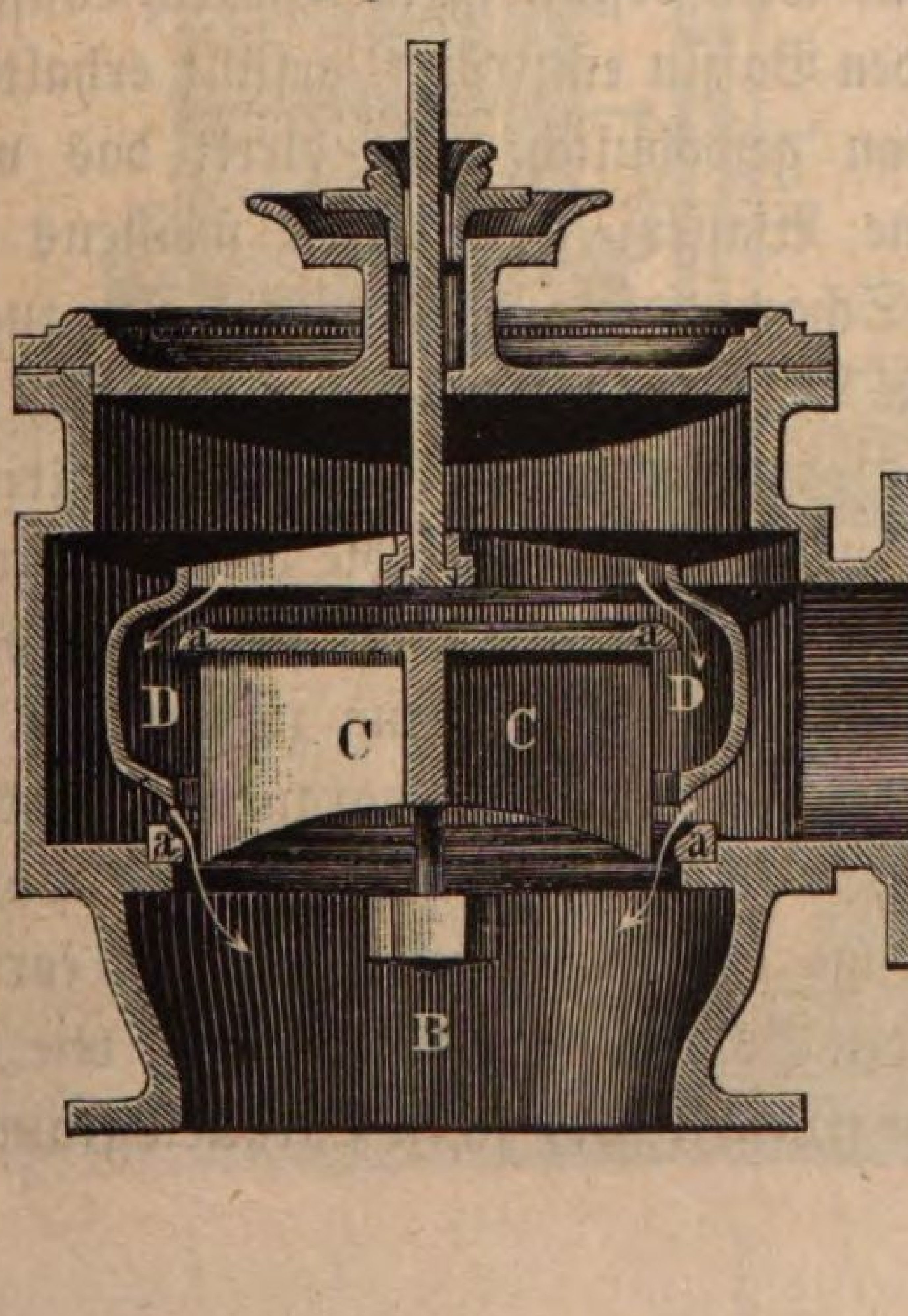
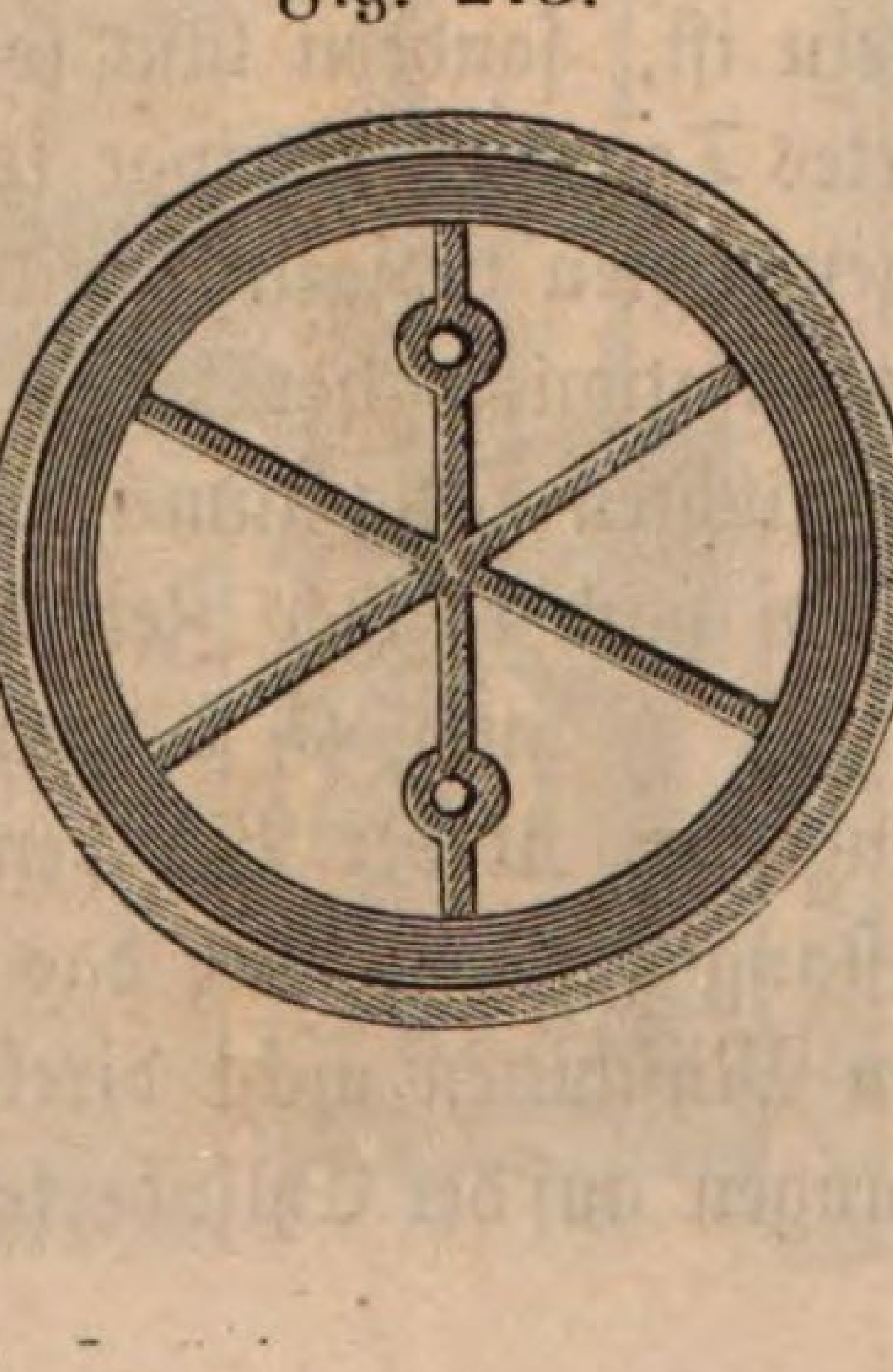


Fig. 213.



kleiner von Durchmesser machen und die Kolbenstange nebst Zubehör bedeutend leichter fertigen kann, als wenn man den Balancier gleicharmig machen wollte.

Ueber *C* hat der Balancier ein sogenanntes Fall- oder Fanghorn. Dieses ist ein kräftiger, mit dem Balancier fest verbundener eiserner Balken. Es dient dazu, in einzelnen Fällen die Niederbewegung des Dampfkolbens zu begrenzen. Es verhindert nämlich den Kolben, bei einem allfälligen Gestängebruch, oder auch wenn zu viel Dampf in den Cylinder getreten sein sollte, weiter hinabzugehen als gut, indem in solchem Falle das Fallhorn auf zwei unterpolsterte seitlich gelagerte Stücke aufschlägt. Der Kolben wird dadurch verhindert, bei zu raschem Niedergang bis zum Boden des Cylinders hinabzufahren, was verderbliche Stöße und Brüche hervorrufen könnte. Das Niedergehen der Schachtpumpenkolben wird in ähnlicher Weise durch sogenannte Fangböcke begrenzt, die von Strecke zu Strecke an das Schachtgestänge angeschraubt sind, und beim „Durchgehen“ des Gestänges durch starke Balkengerüste aufgefangen werden.

Diejenigen Theile der Maschine auf der Cylinderseite, welche mit *G, H, I, P* bezeichnet sind, dienen zur Steuerung derselben. Auf der Schachtseite sieht man bei *L* die Luftpumpe, deren Kolben und Kolbenstange am Balancier hängt, bei *K* den Condensator, beide in einer Cisterne aufgestellt. Diese Cisterne wird beständig mit kaltem Wasser, das aus einem großen naheliegenden Bassin einströmt, gefüllt erhalten.

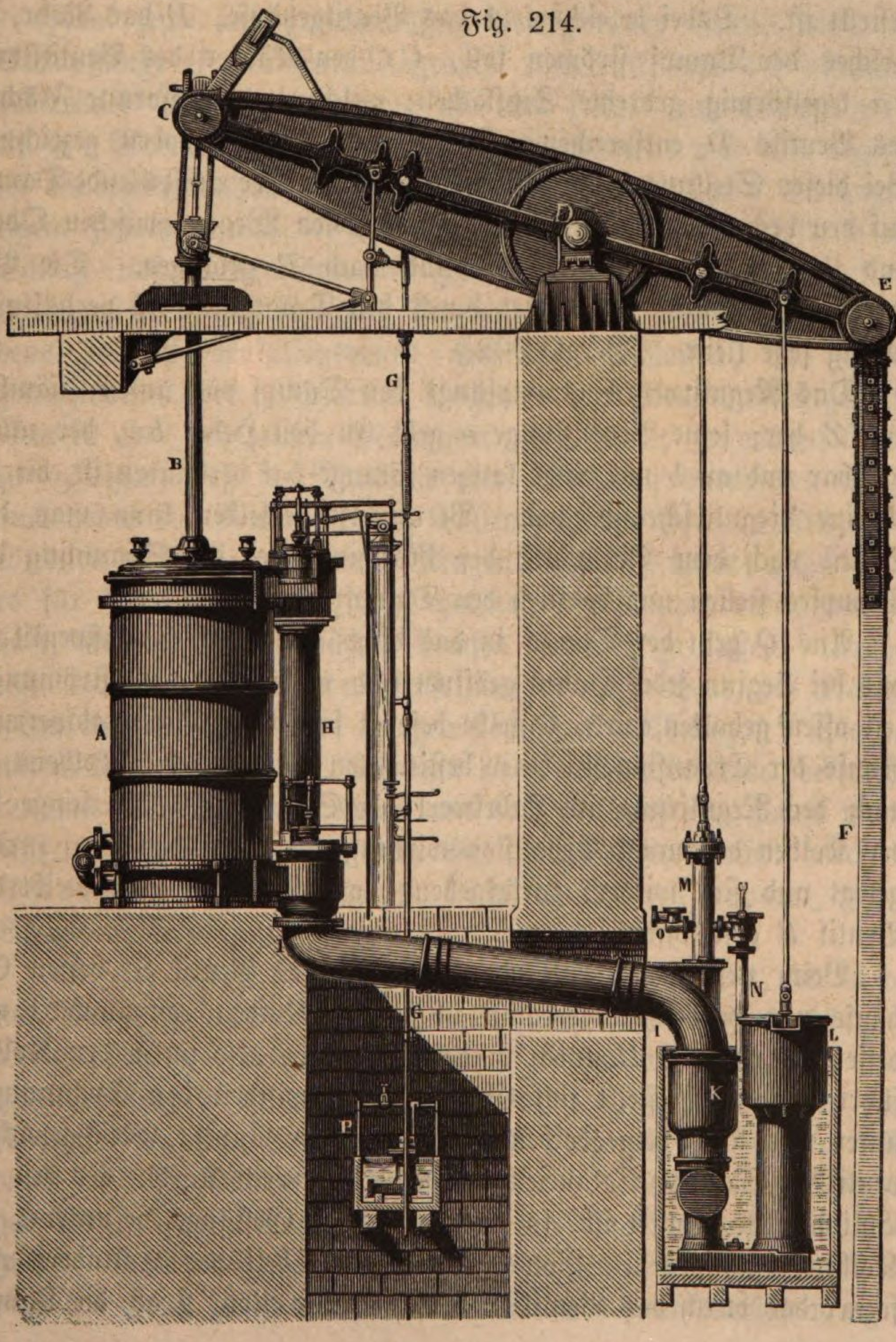
Man nimmt zur Condensation gewöhnlich nicht direkt das von den Schachtpumpen ausgeworfene Wasser, weil dieses meistens zu unrein ist, sondern läßt solches Schachtwasser oder noch besser zugeleitetes Tagewasser zuvor in große Behälter treten, in welchen sich die beigemengten erdigen Theile als Bodensatz ablagern. Das erwärmte Condensationswasser fließt, mit Ausnahme des für die Kesselspeisung verbrauchten Quantums, wieder in die Bassins und kühlt sich dort ab, um nach einiger Zeit aufs Neue zur Verwendung zu kommen.

M, *N* und *O* bezeichnen die Speisepumpe; daran ist *N* das Saugrohr, *M* der Pumpenkörper, *O* das Steigventil. Beide Pumpenstangen sowie auch das Gestänge *F* hängen bei sehr vielen cornischen Maschinen nicht direkt an den Balancierzapfen, sondern, wie die Stangen auf der Cylinderseite, an einem Watt'schen Parallelogramm.

Für die Regulirung und Vertheilung des Dampfes oder für die Steuerung sind vier Ventile vorhanden, nämlich:

1) das Regulirventil *z Q*, Fig. 211 und 214;
2) das Einlaßventil *R*;

Fig. 214.



3) das Gleichgewichtsventil S;

4) das Auslaß- (Condensator-) Ventil T.

Sämmtliche Ventile sind doppelsitzige Kapsel- oder Glockenventile, deren eines in den Figuren 212 und 213 in größerem Maßstabe dargestellt ist. Dabei bezeichnet A das Ventilgehäuse, B das Rohr, in welches der Dampf strömen soll, CC den Körper des Ventilsitzes, aa kegelförmig gedrehte Sitzflächen, welchen gleichgeformte Flächen des Ventils D entsprechen. Das Ventil D ist gehoben gezeichnet. Bei dieser Stellung des Ventils kann der dasselbe umspülende Dampf auf den beiden durch die Pfeile angedeuteten Wegen zwischen Ober- und Untertheil hindurchströmen und nach B gelangen. Die Belastung der Ventile dieser Art durch den Dampfdruck ist verhältnißmäßig sehr klein. (Vergl. 202.)

Das Regulirventil Q empfängt den Dampf von unten, nämlich von Z her; seine Ventilstange a geht an den Hebel bc, der um c drehbar und an b mit einer langen Stange bd verbunden ist, die bei d eine Regulirschraube hat. Vermittelst derselben kann man das Ventil nach dem Bedürfniß der Maschine oder der Spannung des Dampfes stellen und dadurch den Dampfzufluß reguliren.

Aus Q geht der Dampf in das dicht anliegende Einlaßventil R, das bei Beginn jedes Hubes geöffnet und während der Einströmungszeit offen gehalten wird; dasselbe besorgt ferner die Dampfabsperrung behufs der Expansion bei einer bestimmten Stellung des Kolbens, je nach der Regulirung im Hebelwerk der Steuerung. So lange bis der Kolben den unter Expansionswirkung zu machenden Weg zurückgelegt und sich wieder, zurückgehend, ganz erhoben hat, bleibt das Ventil R geschlossen.

Beim tiefsten Kolbenstande öffnet sich das Ventil S, dessen Gehäuse mit dem Cylinderraum über dem Kolben communicirt und dessen Abzugsrohr H unten in den Cylinder, also unter den Kolben führt. Dadurch stellt sich Gleichgewicht zwischen den Spannungen unter und über dem Kolben her; daher der Name „Gleichgewichtsventil“. Da der Balancier an der Schachtseite stärker als an der Cylinderseite belastet ist, so kann nun das Gestänge herunter-, der Kolben hinaufgehen. Von dem unteren Theil des Cylinders geht ferner das durch das Ventil T verschließbare Rohr I ab, die Dämpfe

vom Cylinder zum Condensator führend. Dieses Ventil *T*, das Condensationsventil, ist nur während des Kolbenniederganges und während der Pause offen, während deren der Kolben in seiner höchsten Stellung verharrt.

Zum zeit- und zweckgemäßen Bewegen der Ventile dient eine Steuerstange *G*, am Parallelogramm eingelenkt, und der sogenannte „Katarakt“ *P*, in Verbindung mit dem Hebel- und Stangenwerk *e* bis *y*. Wollte man die Maschine in fortwährend auf- und abgehender Bewegung halten, so käme man mit der Stange *g* und zugehörigem Hebelwerk aus; es würde dann bei Ankunft des Kolbens oben Einlaß- und Condensatorventil geöffnet, dann auf dem Expansionspunkt ersteres geschlossen und bei vollendetem Niedergange des Kolbens das Condensationsventil ebenfalls geschlossen, das Gleichgewichtsventil aber geöffnet und bis zum oberen Wechsel offen gehalten. Nun ist aber bei solchen Maschinen nicht immer so vollauf Wasser zu wältigen, daß die Maschine ohne abzusetzen durchgehen müßte; auch haben die Gruben je nach Vollendung der Bauten, Angriff der Strecken u. dergl. verschiedene Mengen Wasser zu heben; außerdem ist es für den Gang sowie die Erhaltung der Pumpenventile vortheilhaft, bei dem Kolbenwechseln Pausen eintreten zu lassen. Deshalb läßt man, den zu hebenden Wassermengen entsprechend, die Maschine mehr oder weniger Hübe in gewisser Zeit vollbringen. Dies bewerkstelligt man dadurch, daß man die Maschine bei dem oberen Kolbenstande (oder bei dem oberen und dem unteren) eine Pause machen läßt, und zwar bestimmt man die Dauer dieser Pausen durch den Katarakt *P*, einen besonderen, leicht regulirbaren Apparat, der die Steuerung beherrscht.

Derselbe besteht hauptsächlich in einer Druckpumpe *e*, die in dem mit Wasser gefüllten Kasten bei *P* steht. Ihr Kolben hängt an einem Hebel der horizontalen Welle *f f*; ein anderer Hebel, jenem gegenüberstehend, ist auf derselben Welle fest, und kann von einem Knaggen der Stange *G* ergriffen und niedergedrückt werden. Dadurch wird der Kolben der Pumpe *e* bei Vollendung des Niederganges des Cylinderkolbens gehoben und in Folge dessen Wasser eingesaugt. Beim Aufgange des Dampfkolbens und der Stange *G* läßt diese den Hebel *g* los und der Kolben von *e* sinkt durch sein eigenes

Gewicht wie durch dasjenige eines Hülfsgewichtes *i* auf dem Hebel *t* in den Pumpenkörper, aus demselben das eingesaugte Wasser verdrängend. Man hat nun an der Pumpe ein Auslaßventil, das vom Fußboden des Maschinenhauses aus gestellt werden kann, so daß es den Ausfluß aus *e* rasch oder langsam gestattet. Da der Hebel des Kolbens von *e* nach der anderen Seite verlängert und dieser Theil mit dem Hebel *k* der oberen Steuerung verbunden ist, so drückt jener Hebel immer erst bei vollendetem Niedergange des Druckkolbens den Hebel *k* in die Höhe, löst die Steuerung aus und bewirkt so den Wechsel der Ventilschlüsse, also den Niedergang des Kolbens. Die Länge der Pause, welche der Dampfkolben in seiner Bewegung macht, hängt, wie man sieht, von der Gestattung eines rascheren oder langsameren Ausflusses des Wassers aus *e* ab.

Der ganze Mechanismus der Steuerung hat so viele genauer Darstellung und Beschreibung bedürftige Theile, daß deren Mittheilung für hier zu weitläufig werden würde und man es der Durchsicht speciellerer Werke, z. B. Nottebohm, Sammlung von Darstellungen ausgeführter Dampfmaschinen u. a., sowie dem Studium an ausgeführten Maschinen überlassen muß, sich alles das Dahingehörige klar zu machen.

In neuerer Zeit hat man angefangen, auch für die direkt wirkenden Maschinen das Doppelcylinder-System (Woolf) anzuwenden. Sehr gute Resultate hat damit Ingenieur Kley auf den Altenberger Zinkgruben erzielt.

186. Die folgenden Figuren stellen eine Maschine dar, welche

Fig. 215.

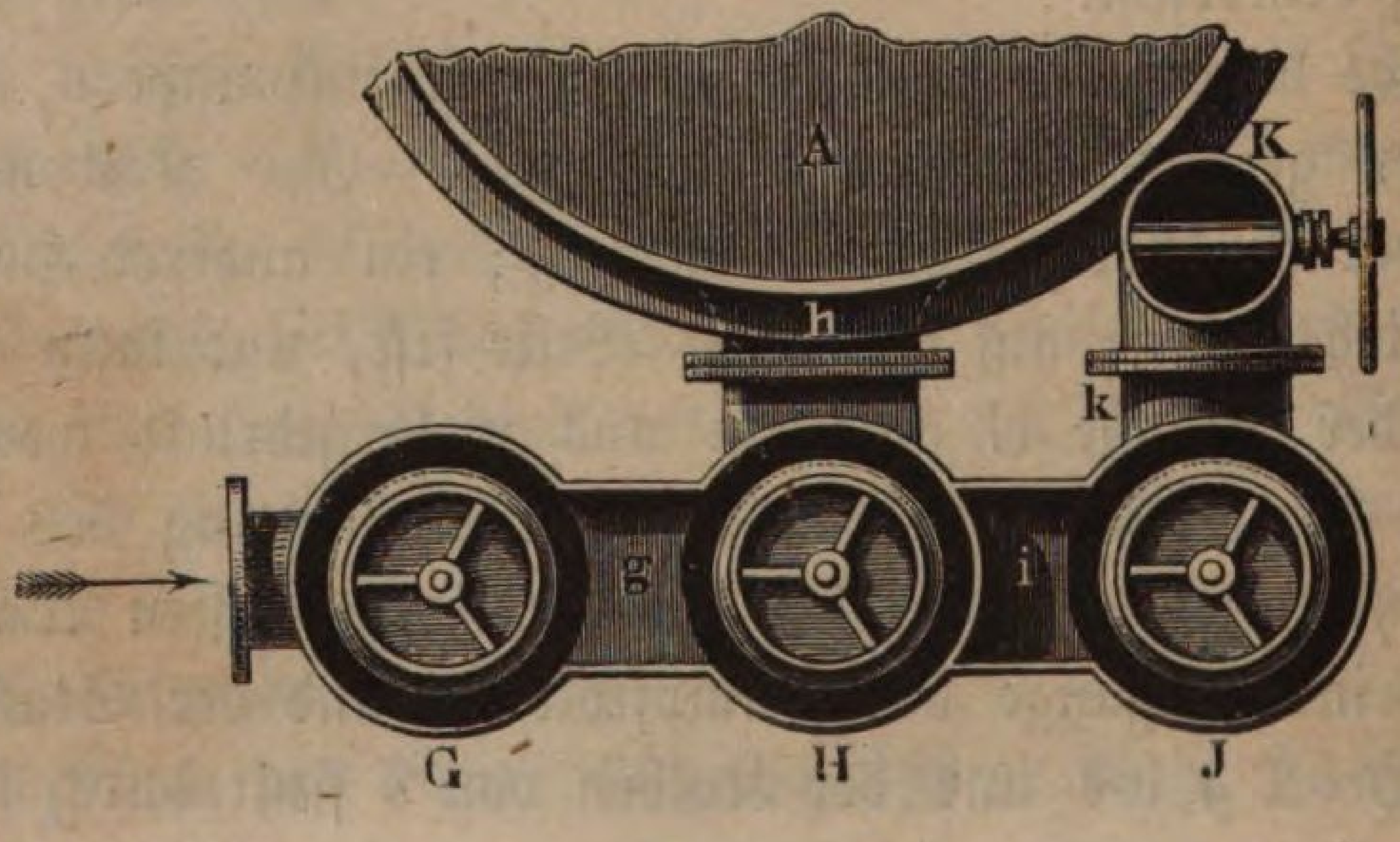
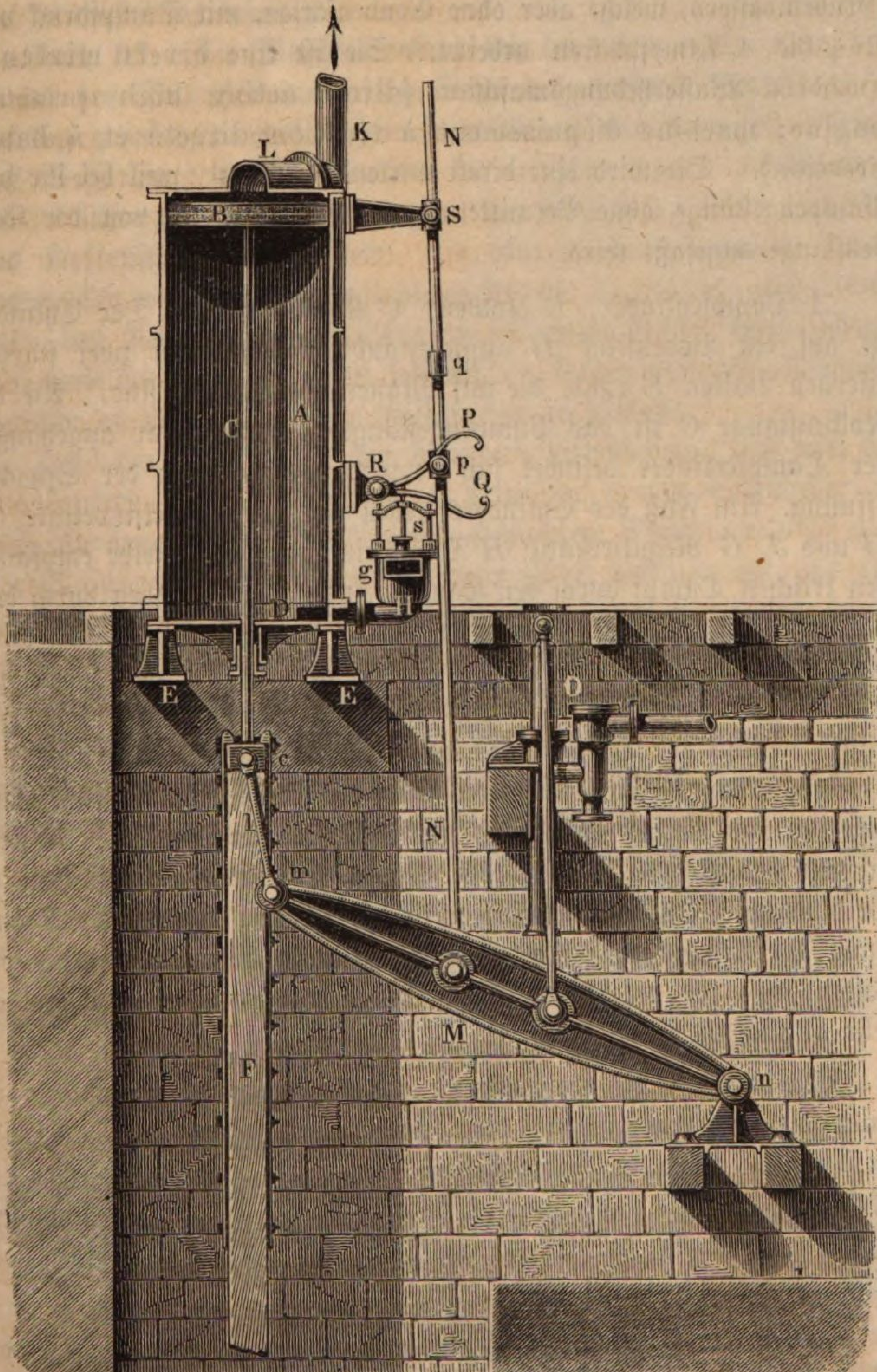


Fig. 216.



den gleichen Zweck wie die vorige hat, nämlich die Hebung von Grubenwassern, welche aber ohne Condensation, mit Dampfdruck von $2^3/_4$ bis 4 Atmosphären arbeitet. Sie ist eine direkt wirkende Hochdruck-Wasserhebungsmaschine (direct acting high pressure engine; machine d'épuisement à traction directe et à haute pression). Sie wird eine direkt wirkende genannt, weil bei ihr das Pumpengestänge ohne Vermittelung eines Balanciers von der Kolbenstange angefaßt wird.

A Dampfcylinder, *B* Kolben, *C* Kolbenstange. Der Cylinder ist auf ein Bodenstück *D* aufgeschraubt, welches auf zwei starken eisernen Balken *E* ruht, die auf Mauerwerk gelagert sind. An die Kolbenstange *C* ist das Pumpengestänge *F* unmittelbar angehängt; der Dampfcylinder befindet sich demnach gerade über der Schachtöffnung. Am Fuß des Cylinders stehen die drei Doppelsitzventile *G*, *H* und *J*. *G* Regulirventil, *H* Dampfeinlaßventil; dasselbe empfängt den frischen Dampf durch den Kanal *g*, und läßt denselben durch den Dampfweg *h* unter den Kolben treten. *J* Auslaßventil; diesem wird durch den Kanal *i* der Dampf, welcher den Kolben nach oben getrieben hat, zugeführt; es wird, sobald der Kolben sinken soll, geöffnet, worauf der Dampf durch das Verbindungsstück *k* in das Ausströmungsrohr *K* tritt. Letzteres leitet den Dampf in die freie Luft, läßt ihn aber vorher noch durch einen Vorwärmer streichen. *K* steht mittelst des Rohres *L* mit dem Raum über dem Dampfkolben in Verbindung. In Folge dessen wird dort immer sowohl die Spannung der Atmosphäre, als auch eine ziemlich hohe Temperatur erhalten, was für die gute Wirkung des Dampfes unter dem Kolben sehr nützlich ist.

Mit dem an der Kolbenstange *C* hängenden Querhaupte *c* ist mittelst zweier Lenkstangen *l* die Schwinge *M* verbunden. Das Ende *m* derselben wird in Folge dessen beim Auf- und Niedergehen der Kolbenstange auf- und abbewegt, so daß *M* um die Achse *n* schwingt. Hierdurch werden die Steuerungsstange *N* und der Kolben der Speisepumpe *O* in Bewegung gesetzt.

Bei *S* hat die Stange *N* eine Führung. *P* und *Q* sind die Steuerhebel, welche bei *R* gelagert sind, und zur Bewegung der

Ventilstangen *s* dienen. *p* und *q* Steuerungs-Nocken oder Frösche, auf *N* verstellbar befestigt.

Auch bei dieser Maschine wird, wie bei der vorigen, durch den Druck des Dampfes auf eine Seite des Kolbens das Pumpengestänge gehoben, worauf dasselbe beim Niedersinken durch sein Gewicht das Wasser in den Schachtpumpen in die Höhe treibt. Häufig wird bei Maschinen dieser Art Expansion mit Absperrung bei $1/2$ bis $3/4$ des Kolbenschubes angewandt. In dem Ausströmungsrohre *K* ist gewöhnlich wie hier eine verstellbare Klappe angebracht, mit welcher man das Ausströmen des Dampfes erschweren kann. Man bedient sich derselben, um bei einer allfallsigen Ueberwucht des Gestänges dasselbe an einem zu raschen Niedergehen zu hindern.

Es bedarf wohl kaum der besondern Erwähnung, daß auch dieses System mit Condensation in beliebiger Größe ausführbar ist. Bei schwierigen Schachtverhältnissen (schlechtem Baugrund) stellt man die Maschine wohl auf langen Blechträgern befestigt auf, die eine große gut aufliegende Basis geben. Auch bewähren sie sich sehr gut bei flachen Schächten, wie solches von mehreren Maschinen in Westphalen (gebaut von Kamp u. Comp. in Wetter a. d. Ruhr) dargethan ist.

In kleineren Dimensionen, direkt auf die Brunnen gestellt, geben sie die besten Wasserhebungs- und Speise-Dampfmaschinen größerer Fabriken ab, z. B. der Hohofenanlagen und Walzwerke.

187. Die Figuren 217 und 218 (a. f. S.) stellen eine Schiffs-Dampfmaschine von 12 Pferdestärken nach einer Aufstellung von Watt im Auf- und Grundrisse dar. Fig. 219 (a. S. 317) Durchschnitt des Cylinders und Condensators. Es ist eine Niederdruck-Dampfmaschine, die zugleich mit einer zweiten ganz gleichen Maschine auf die Welle der Schaufelräder wirkt. Die Kurbeln beider Maschinen sind in einem rechten Winkel gegen einander gestellt, so daß der Kolben der einen Maschine sich gerade auf mittlerem Hube befindet, also gerade am kräftigsten arbeitet, wenn in der anderen der Kolbenwechsel erfolgt, also keine Kraftäußerung stattfindet. Eine solche Vereinigung zweier Dampfmaschinen für den Schaufelräderbetrieb hat viel Vortheile vor der Anwendung nur einer Maschine, wo das Beharrungsvermögen der Schaufelräder den Kolben über die sogenannten todten Punkte bringen muß. Nach letzterer Art sind viele amerikanische Boote,

auch die französischen Inexplosibles von Gâche, eingerichtet. Man nennt eine Dampfmaschine, die nach der besprochenen Art aus zwei Dampfmaschinen zusammengesetzt ist, eine **Zwillingsmaschine** (machine jumelle).

Fig. 217.

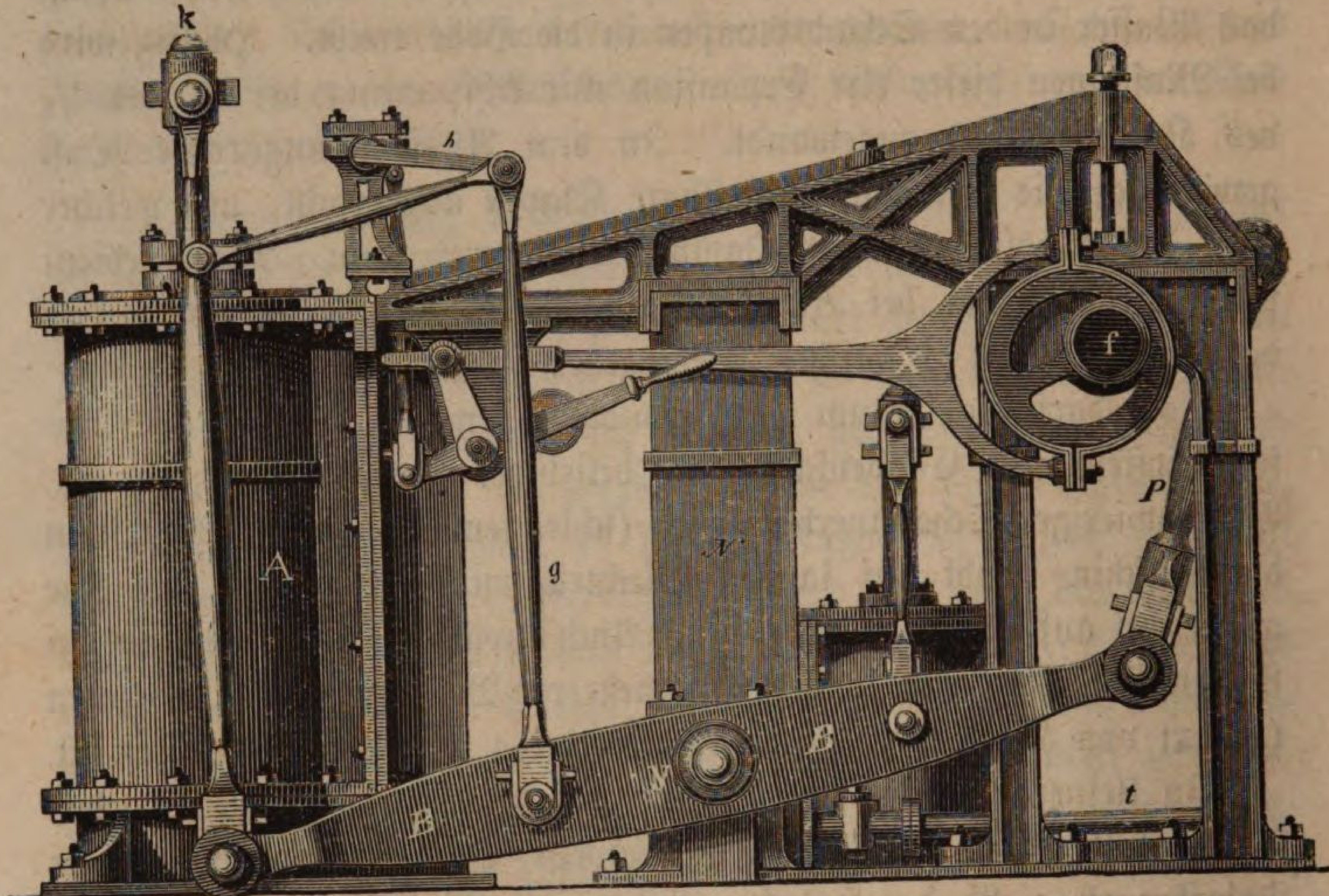
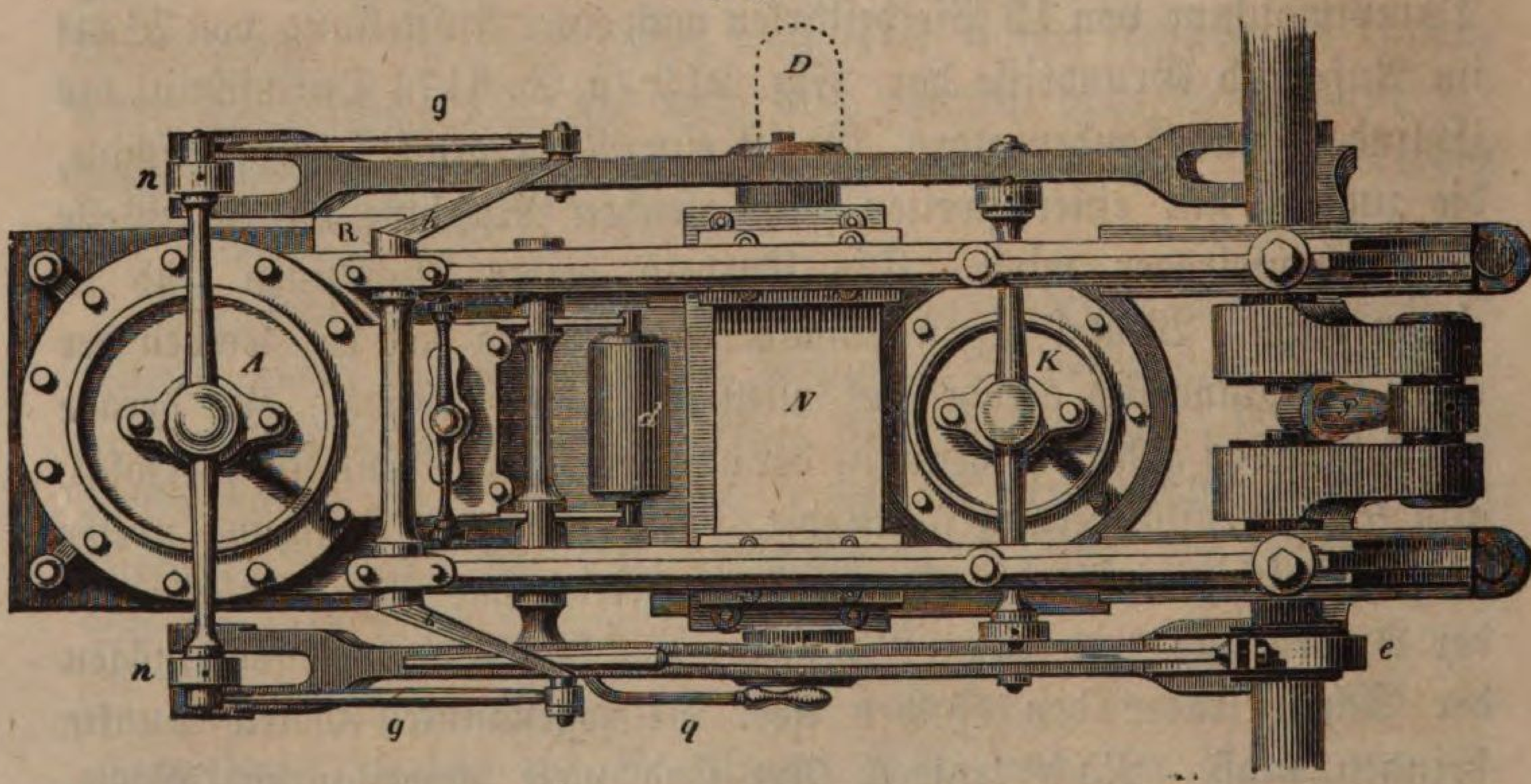
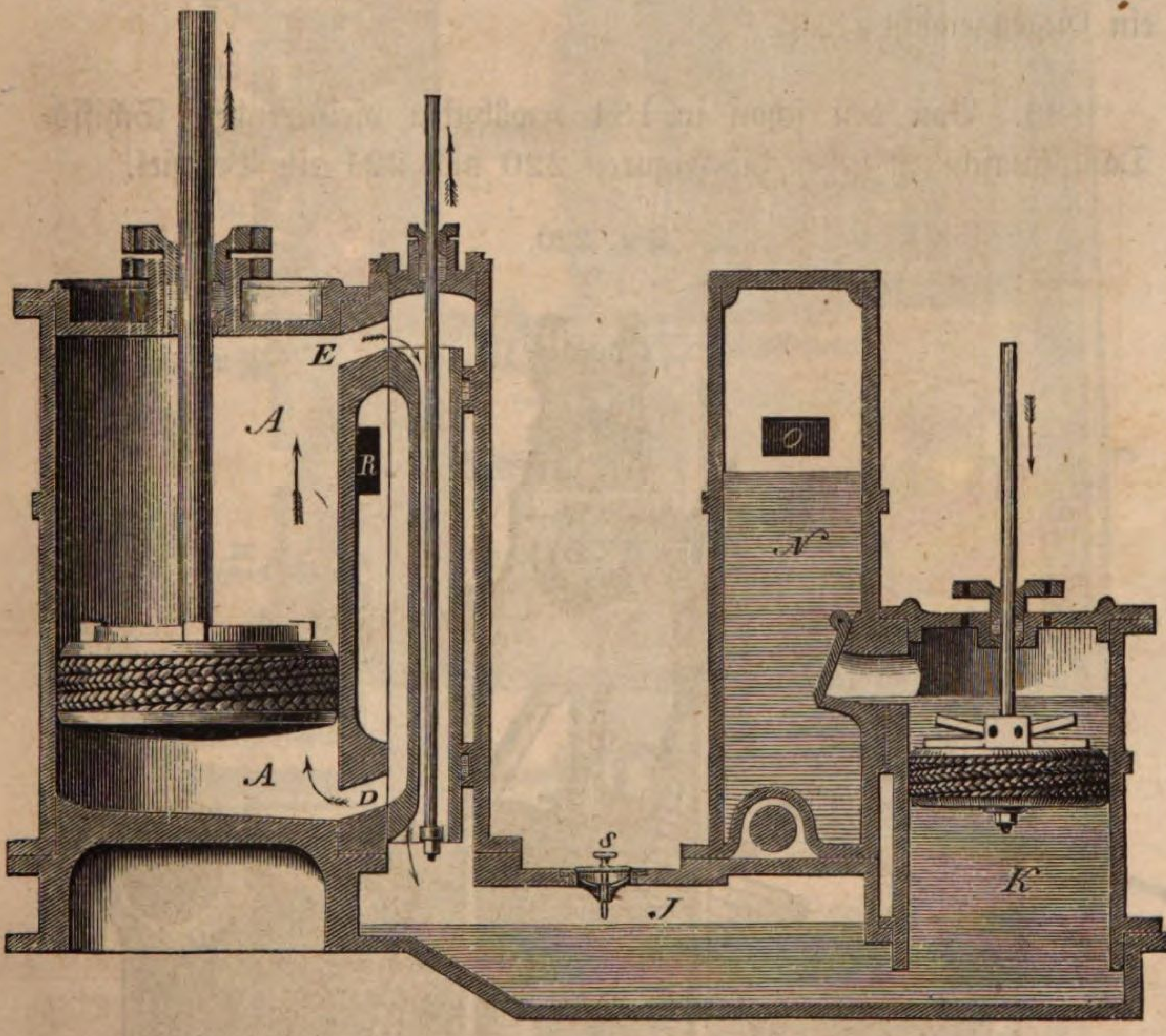


Fig. 218.



In den Figuren 217 bis 219 ist *A* der Dampfcylinder, *B*, *B* sind zwei Balanciers, wovon an jeder Seite des Cylinders einer gelagert ist, und deren Achsen in Fig. 219 sichtbar sind. Die Balanciers liegen unten, um sowohl ein hohes und starkes Gerüst zu vermeiden, als um den Schwerpunkt der Maschine so tief als möglich in den Schiffsraum zu bringen. Von dem Querhaupte *k* der Kolbenstange

Fig. 219.



gehen die Lenker *n*, *n* an die Balanciers; die Gradleitung der Kolbenstange wird durch die Lenkstangen und Streben *g* und *h* vermittelt.

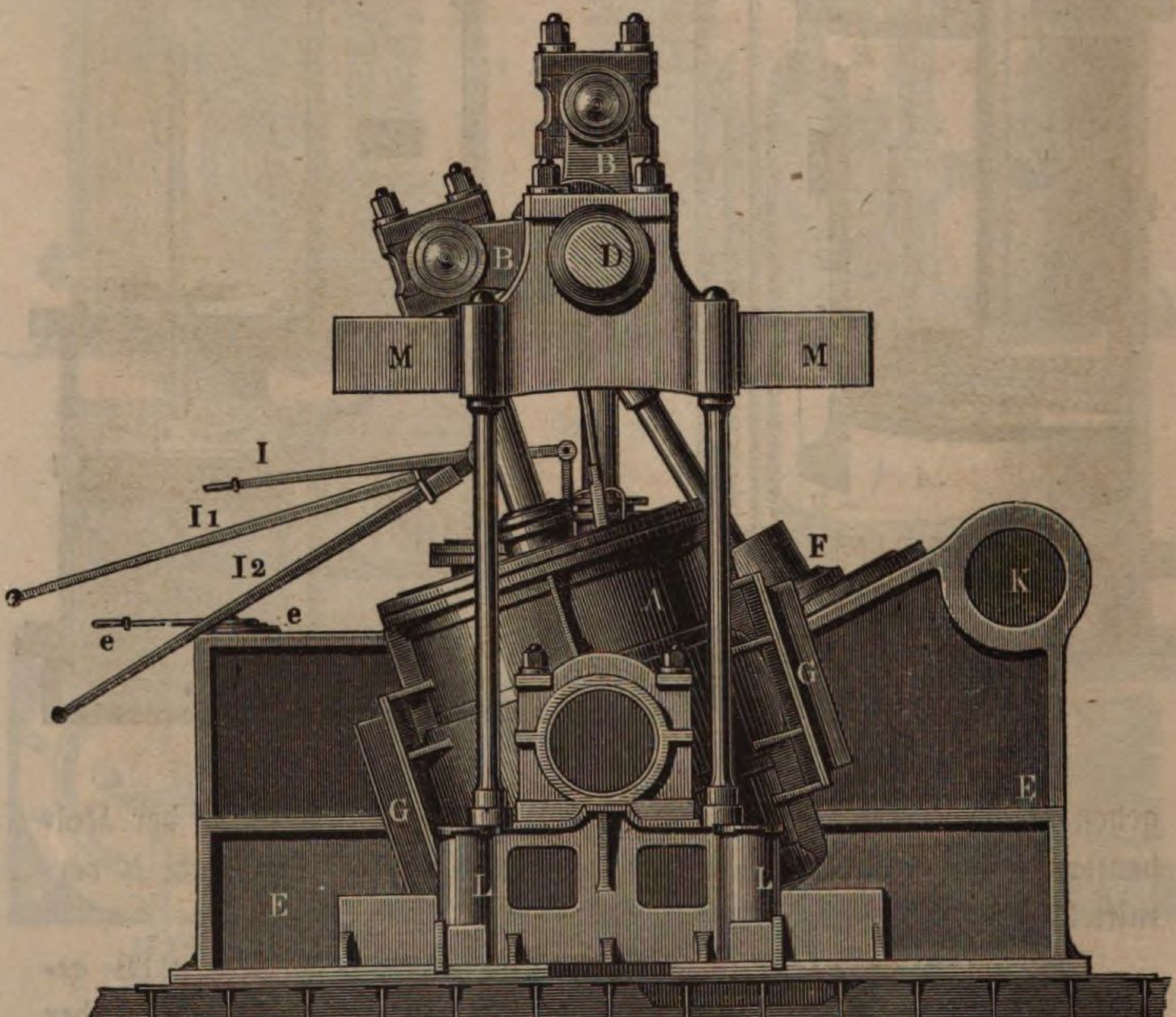
R Dampfrohr, *D* und *E* Dampfwege. Die in Fig. 219 gezeichneten Pfeile verdeutlichen aufs vollständigste die Richtungen der Dampfeinströmungen und der Bewegungen, welche die einzelnen

Theile der Maschine ausführen. *J* Condensator, *K* Luftpumpe, *N* Ausgußkasten, *O* Ableitungsrohr, *t* Einspritzrohr, *s* Schnarchventil.

P Pleuelstange, welche von beiden Balanciers ausgehend an die Kurbel der Radwelle *f* reicht. *e* Excentrik zum Bewegen des Schiebers, der ein Gegengewicht *d* (Fig. 218) hat; *q* Hebel, um die Maschine mit der Hand zu steuern. Weil die Schiffsmaschinen vor- und rückwärts arbeiten müssen, so hat man dem Excentrik hier die Einrichtung gegeben, welche an Fig. 174 erläutert wurde, wobei dann die Scheibe ein Gegengewicht erhält.

188. Von den schon in 184 erwähnten oscillirenden Schiffs-Dampfmaschinen geben die Figuren 220 und 221 ein Beispiel.

Fig. 220.



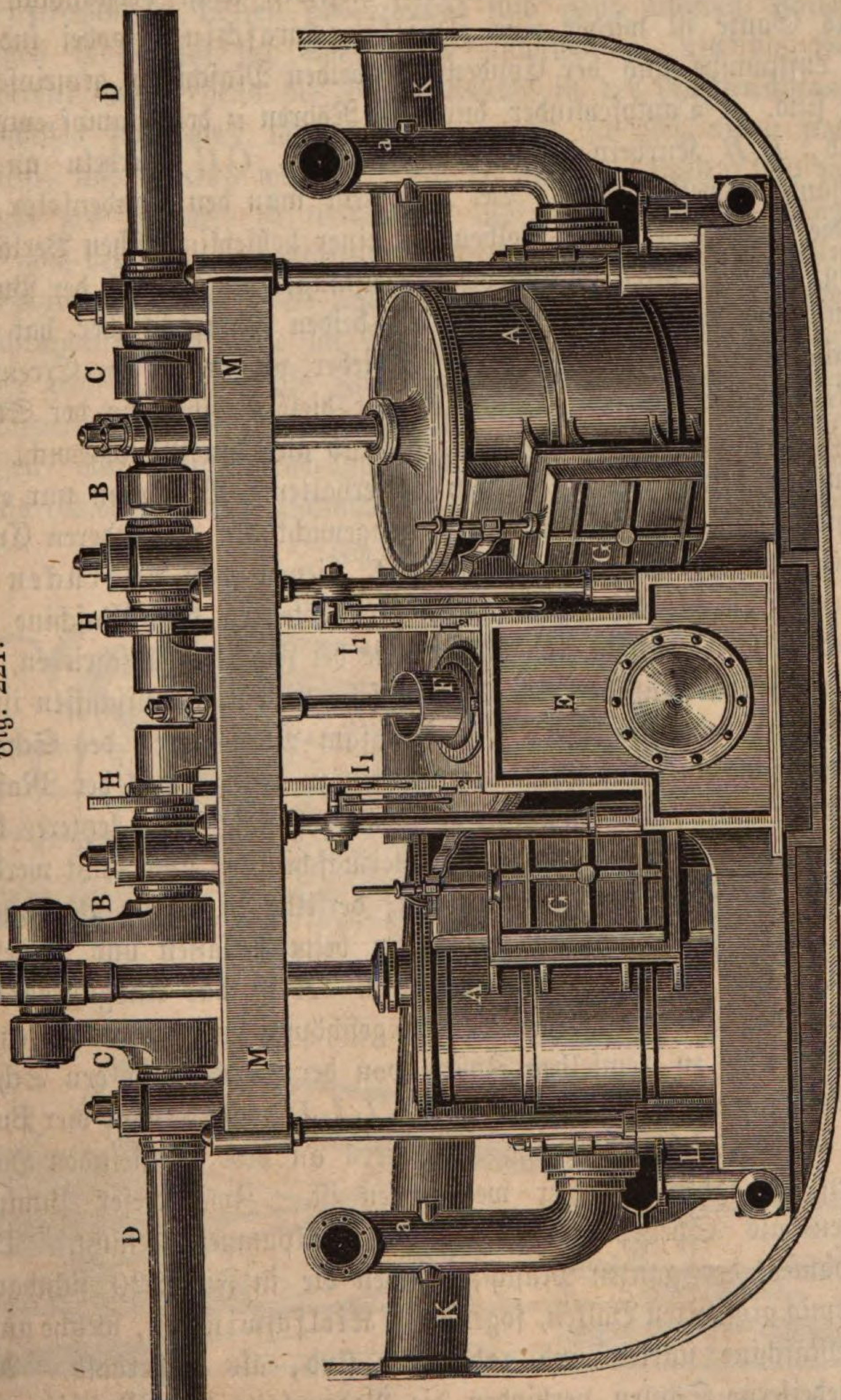


Fig. 221.

Nach dem bisher Erklärten werden dieselben leicht verständlich sein. Das Ganze ist wieder eine Zwillingsmaschine, wobei indessen die Luftpumpe und der Condensator beiden Maschinen gemeinschaftlich sind. *A* Dampfcylinder, durch die Röhren *a* den Dampf empfangend, *B B* Kurbeln an der Mittelwelle, *C C* Kurbeln an den Schaufelradwellen *D D*. Bei *EE* sieht man den Condensator, bei *F* die Luftpumpe, deren Kolben mit einer hohlcylindrischen Verlängerung, die oben offen ist und die Pleuelstange zum Betrieb der Pumpe aufnimmt, versehen ist. Jeder der beiden Dampfcylinder hat zwei gleiche Schieberkasten *G*, deren Schieber vermittelst der Excentriks *HH* betrieben werden. Man wendet diese Vertheilung der Steuerungsfunktion auf zwei Schieber deshalb an, um Gleichgewicht zwischen den beiden Cylinderhälften zu erhalten. Will man nur einen Schieber benutzen, so wird ein Gegengewicht auf der anderen Cylinderseite angebracht. Die Hebel I_1 I_1 dienen zum Ausrücken der Excenterstangen, die Hebel I_2 I_2 zum Steuern der Maschine von Hand. Die Excentriks sind wieder, wie bei Fig. 174 beschrieben, lose und umstellbar auf der Achse. Auf sehr vielen Dampfschiffen ist es Gebrauch, beim Umsteuern und Langsam-Manövriren des Schiffes vorzugsweise nur eine Maschine arbeiten zu lassen, weil der Maschinist diese leichter wenden kann, als beide zugleich. Soll letzteres doch geschehen, so muß er von einem Untermaschinisten unterstützt werden. Bei *e* sieht man den Einspritzhahn; derselbe liegt dem Maschinenführer sehr zur Hand, indem er ihn beim Anlassen und Abstellen der Maschine vortrefflich benutzen kann. *K* ist das Ausgußrohr der Luftpumpe, weit genug, um die mit geschöpfte Luft mit auslassen zu können, und zu demselben Zwecke von der Mitte nach den Schiffwänden hin ansteigend gelegt. Bei *L L L L* bemerkt man vier Pumpen, deren Triebwerk (kleine Balanciers an den schaukelnden Hohlzapfen der Cylinder) hier weggelassen ist. Zwei dieser Pumpen werden als Speisepumpen, zwei als Leckpumpen benutzt. Das Fundament der ganzen Maschine bilden die in Fig. 220 sichtbaren *I* förmig profilirten Balken, sogenannte Kielschwinnen, welche unter der Maschine stärker und zahlreicher sind, als außerhalb. Acht schmiedeiserne Säulen verbinden die Bodenplatte der Maschine mit dem Lagerrahmen *M*.

Die Maschinen zum Betrieb der archimedischen Schraube (screw propeller; hélice propulsive) sind ganz anderen Vorbedingungen hinsichtlich der Aufstellung unterworfen, als die für Räderbetrieb, weil erstens die Schraubenachse in der Längenrichtung des Schiffes statt quer läuft, zweitens weil sie tief unten statt oben liegt, und drittens weil sie 5 bis 10 mal so schnell (120 bis 400 mal pro Minute) zu treiben ist, als die Räderwelle. Dazu kommt noch bei den Kriegsschiffen die Forderung, daß die Maschine ganz niedrig sein muß. Es sind 10 bis 12 wichtige Anordnungen der Schraubenschiffmaschine im Gebrauch; alle haben übrigens mit einander gemein, daß sie als Zwillingsmaschinen ausgeführt werden. Die Steuerung geschieht fast immer mittelst der in 175 erwähnten Coulissen- oder Taschensteuerung. Man benutzt sowohl direktwirkende als (obwohl seltener) Balanciermaschinen, erstere sehr oft mit rück-

Fig. 222.

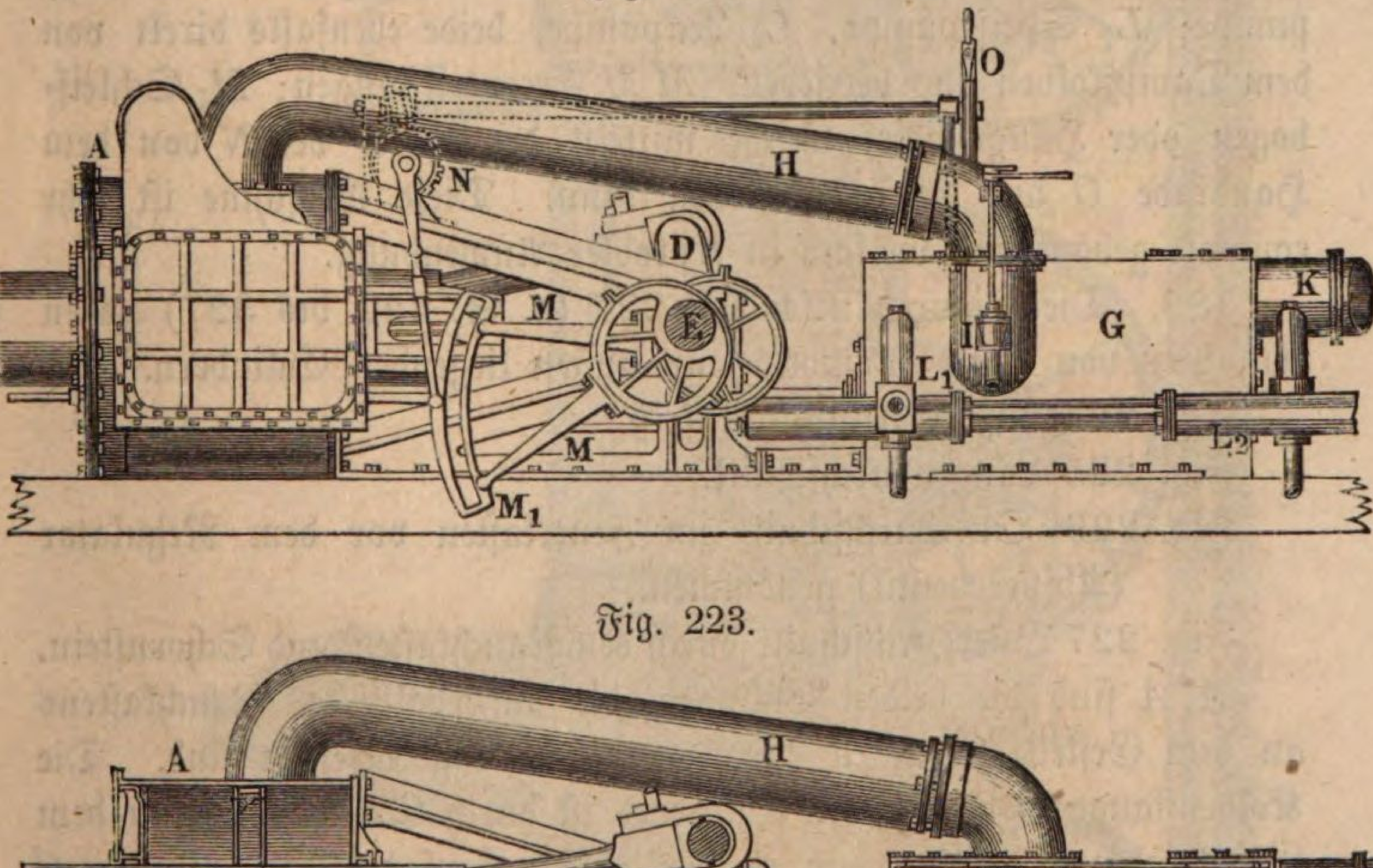
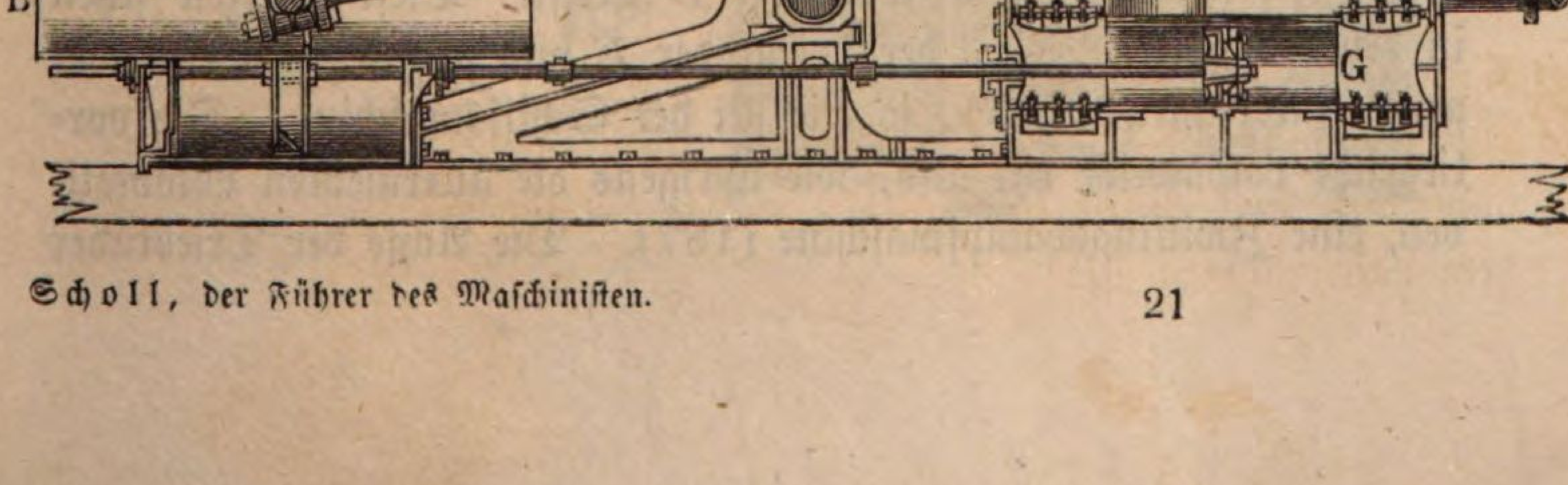


Fig. 223.



kehrenden Pleuelstangen (183), um Länge zu ersparen, nicht selten aus demselben Grunde den Hohlkolben (trunk; fourreau), der auch in dem nachfolgenden Beispiel benutzt ist. Die Woolf'sche Maschine greift ebenfalls neuerdings Platz auf den Schiffen, namentlich seit es gelungen ist, die Oberflächencondensation (217) wirksam nnd recht praktisch durchzuführen. Als Muster einer Schraubenschiffmaschine geben wir in den Figuren 222 und 223 (a. v. S.) Darstellungen einer nominell 360 Pferde starken Maschine von Penn. Fig. 222 Seitenansicht, Fig. 223 Längenschnitt. *A* Dampfcylinder mit einem vorn und hinten austretenden Hohlkolben *B*, in welchem die Pleuelstange *C* angreift. *D* Wellenkröpfung, *E* Schraubenwelle, *F* Condensator, *G* (doppeltwirkende) Luftpumpe. Das Rohr *H* führt die Abgangdämpfe dem Condensator zu, welcher bei beiden Maschinen vorhanden ist; die Kolbenstange der Luftpumpe ist direkt mit dem Dampfkolben verbunden. *I* Einspritzhahn, *K* Ausgußrohr der Luftpumpe; L_1 Speisepumpe, L_2 Leckpumpe, beide ebenfalls direkt von dem Dampfkolben aus betrieben. *M M* Excentrikstangen; M_1 Schleifbogen oder Hängetasche, welche mittelst der Räder bei *N* von dem Handrade *O* aus verstellt werden kann. Diese Maschine ist sehr compakt gebaut und vielfach in erprobter Anwendung.

189. Die Figuren 224 bis 227 (a. S. 322 bis 327) geben Ansichten von einer Lokomotive mit außen liegenden Cylindern.

Fig. 224 äußere Ansicht, Aufriß.

Fig. 225 Längendurchschnitt.

Fig. 226 Querdurchschnitt im Feuerkasten vor dem Regulator (Absperrventil) genommen.

Fig. 227 Querdurchschnitt durch den Rauchkasten und Schornstein.

A, A sind die beiden Cylinder, die außerhalb des Rauchkastens an dem Gestellrahmen in etwas geneigter Lage befestigt sind. Die Kolbenstange *B* eines jeden Cylinders ist durch Gleitbacken *a* in dem Gestellrahmen geführt und in den einen Kopf der Pleuelstange *C* gelenkt, welche an die Kurbelwarze *D* greift. Diese Warzen sitzen in den verstärkten Naben der Triebräder *E* und stehen gegen einander genau im rechten Winkel, so wie bei der Schiffsmaschine. Die vorliegende Lokomotive hat also, wie übrigens die allermeisten Lokomotiven, eine Zwillingsdampfmaschine (187). Die Achse der Triebräder

braucht in Folge des Außenliegens der Krummzapfen nicht gekröpft zu werden, ist also leichter herzustellen, als dies bei der Triebachse der Lokomotiven mit innenliegenden Cylindern der Fall ist. Ein fer=

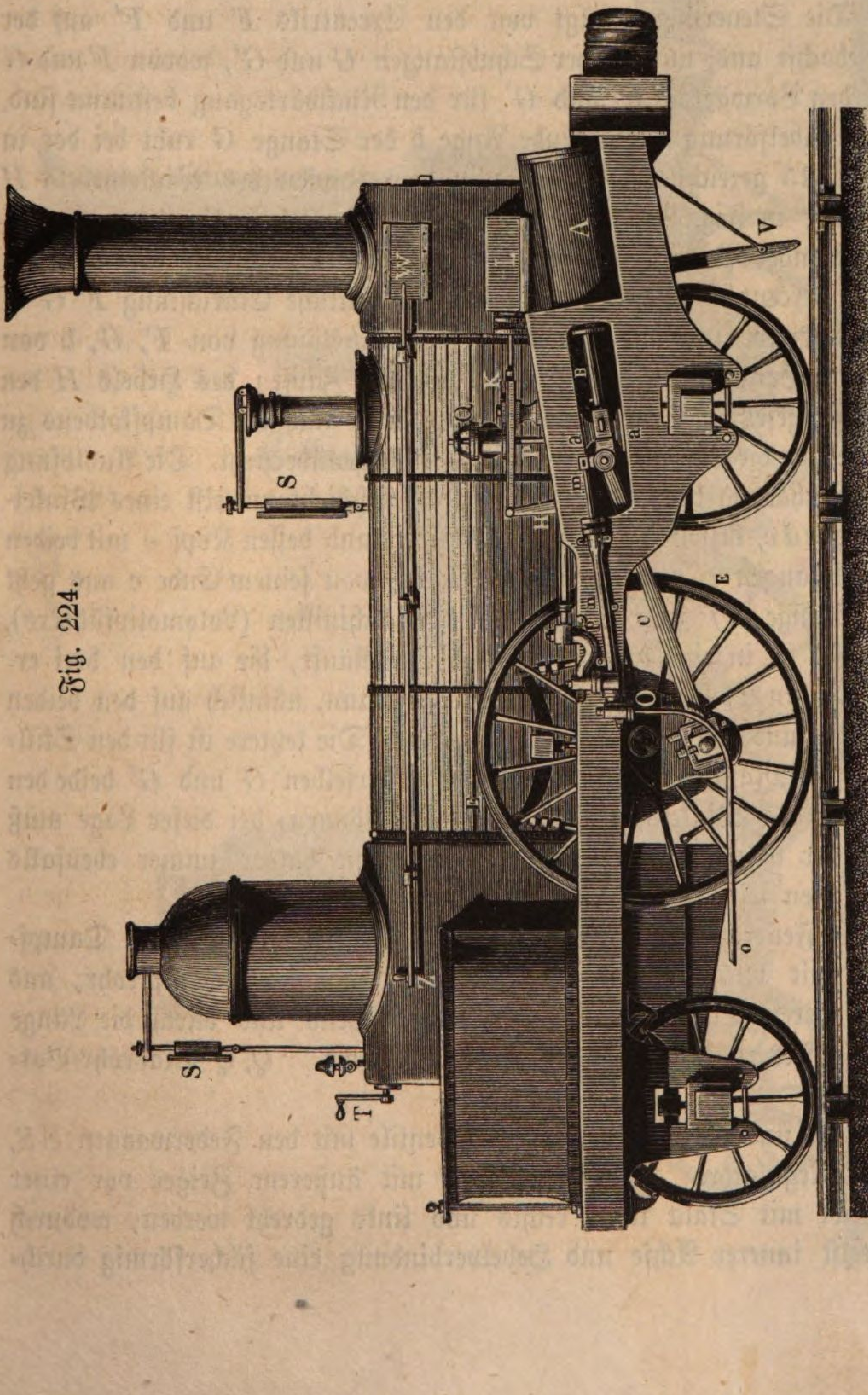


Fig. 224.

nerer Vortheil dieses Systems vor dem mit innenliegenden Cylindern ist der, daß alle Maschinentheile mehr zur Hand liegen, sowohl für die Wartung als für Reparaturen; auch gestattet das System bei gleich hoher Lage des Kessels die Anwendung von größeren Triebrädern.

Die Steuerung erfolgt von den Excentriks *F* und *F'* auf der Triebachse aus, mittelst der Schubstangen *G* und *G'*, wovon *F* und *G* für den Vorwärts-, *F'* und *G'* für den Rückwärtsgang bestimmt sind. Das gabelförmig auslaufende Auge *b* der Stange *G* ruht bei der in Fig. 225 gezeichneten Stellung in dem Zapfen des Winkelhebels *H* (sichtbar in Fig. 224), der an die Schieberstange *K* angreift. Bei vorstehender Verbindung von *F*, *G*, *b* und *H* wird also der Schieber durch Excentrik *F* geführt, die ganze ähnliche Einrichtung *F' G' b'* schwingt leer mit und bringt erst nach Auslösung von *F*, *G*, *b* von *H* und Heraufheben des Auges *b'* an den Zapfen des Hebels *H* den entgegengesetzten Gang des Schiebers, also auch des Dampfkolbens zu Wege, da die Scheibe *F'* der Scheibe *F* gegenübersteht. Die Auslösung und Einhakung der Stangen *G* und *G'* geschieht mittelst eines Winkelhebels *c d e*, dessen Drehpunkt bei *d* liegt, und dessen Kopf *e* mit beiden Schubstangen *G* und *G'* verbunden ist; von seinem Ende *c* aus geht die Stange *f f* zum Standort des Maschinisten (Lokomotivführers), woselbst sie in eine kräftige Handhabe ausläuft, die auf den drei erforderlichen Stellungen festgelegt werden kann, nämlich auf den beiden äußeren und auf der mittleren Stellung. Die letztere ist für den Stillstand der Maschine bestimmt, indem bei derselben *G* und *G'* beide den Zapfen des Winkelhebels *H* nicht fassen können; bei dieser Lage muß aber der Regulator der besseren Sicherheit halber immer ebenfalls geschlossen sein.

M Feuerkasten, *g* Heizthür (vergl. Fig. 21 und 22), *N* Dampfkessel mit 125 Rauchröhren, *O* Dampfhaube, *P* Dampfrohr, aus dem oberen Theil der Dampfhaube abgehend und durch die Länge des Kessels zu dem Schieberkasten *L* führend. *Q*, *Q* Blasrohr-Vorrichtung.

R R sind die beiden Sicherheitsventile mit den Federwaagen *S S*, *T U* Regulator. Eine Kurbel *T* mit äußerem Zeiger vor einer Scheibe mit Skala kann rechts und links gedreht werden, wodurch mittelst innerer Achse und Hebelverbindung eine fächerförmig durch-

brochene Scheibe vor der gleichfalls durchbrochenen Fläche *U* des Dampfrohrs *P* bewegt wird. Stehen die Oeffnungen beider Platten

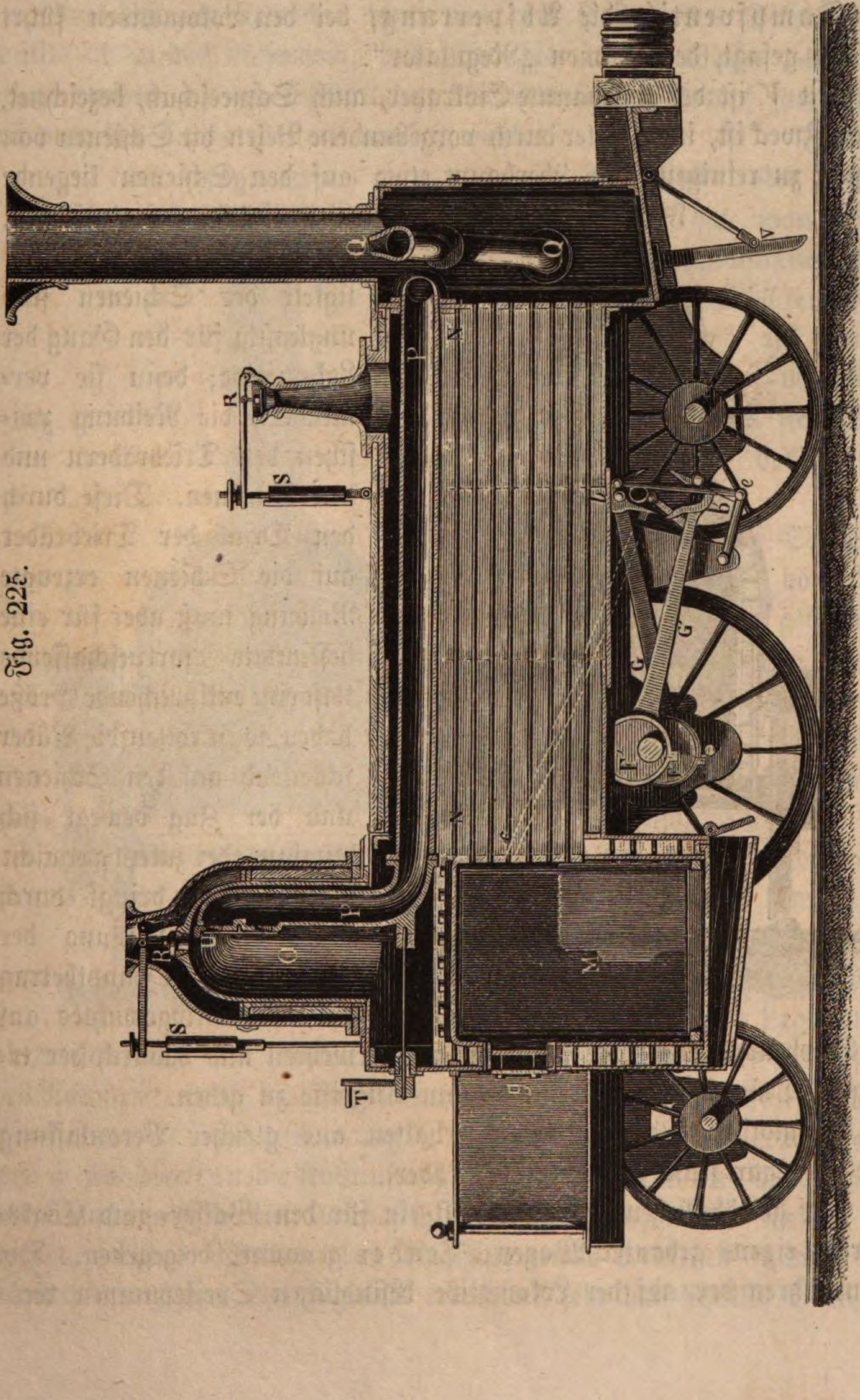
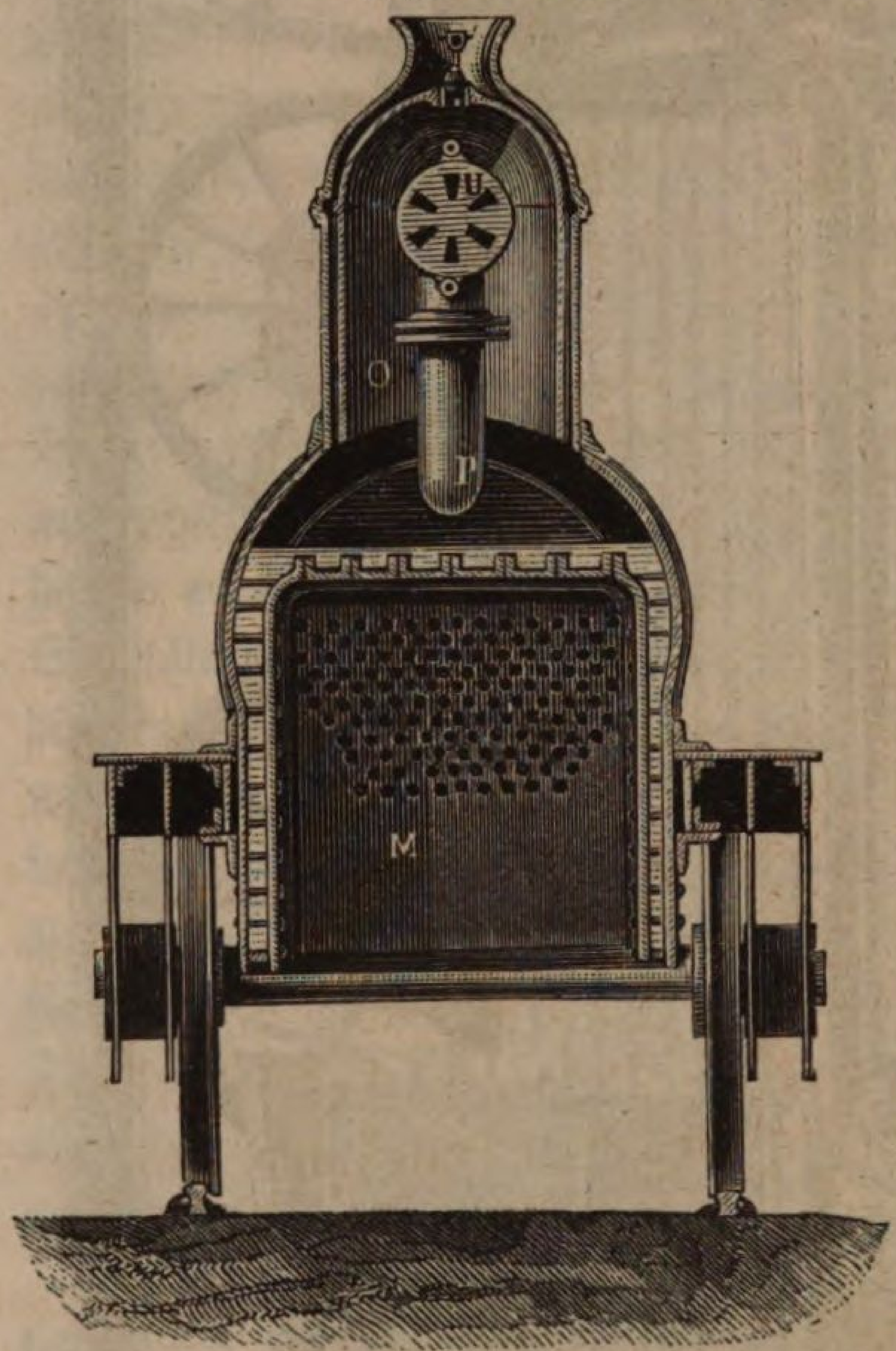


Fig. 225.

auf einander, so hat der Dampf freien Zutritt zum Inneren des Rohrs *P*; im entgegengesetzten Falle ist derselbe abgeschlossen. Diese Vorrichtung nannten wir in den früheren Maschinenbeschreibungen das Dampfventil, die Absperrung; bei den Lokomotiven führt sie, wie gesagt, den Namen „Regulator“.

Mit *V* ist der sogenannte Eiskratzer, auch Schneeschuh, bezeichnet, dessen Zweck ist, im Winter durch vorgebundene Besen die Schienen von Schnee zu reinigen, und überhaupt etwa auf den Schienen liegende Gegenstände fortzustoßen. Glatteis, Schnee und Feuchtigkeit der Schienen sind ungünstig für den Gang der Lokomotive; denn sie vermindern die Reibung zwischen den Triebrädern und den Schienen. Diese durch den Druck der Triebräder auf die Schienen erzeugte Reibung muß aber für eine bestimmte fortzuschaffende Last eine entsprechende Größe haben, sonst rollen die Räder schleifend auf den Schienen und der Zug bewegt sich langsam oder zuletzt gar nicht mehr. Man bringt durch passende Anspannung der Lagerfedern den Hauptbetrag des Lokomotivgewichtes auf die Triebräder, um jene Reibung zu vermehren und dadurch der erzeugten Dampfkraft Stützpunkte zum Angriffe zu geben.

Fig. 226.



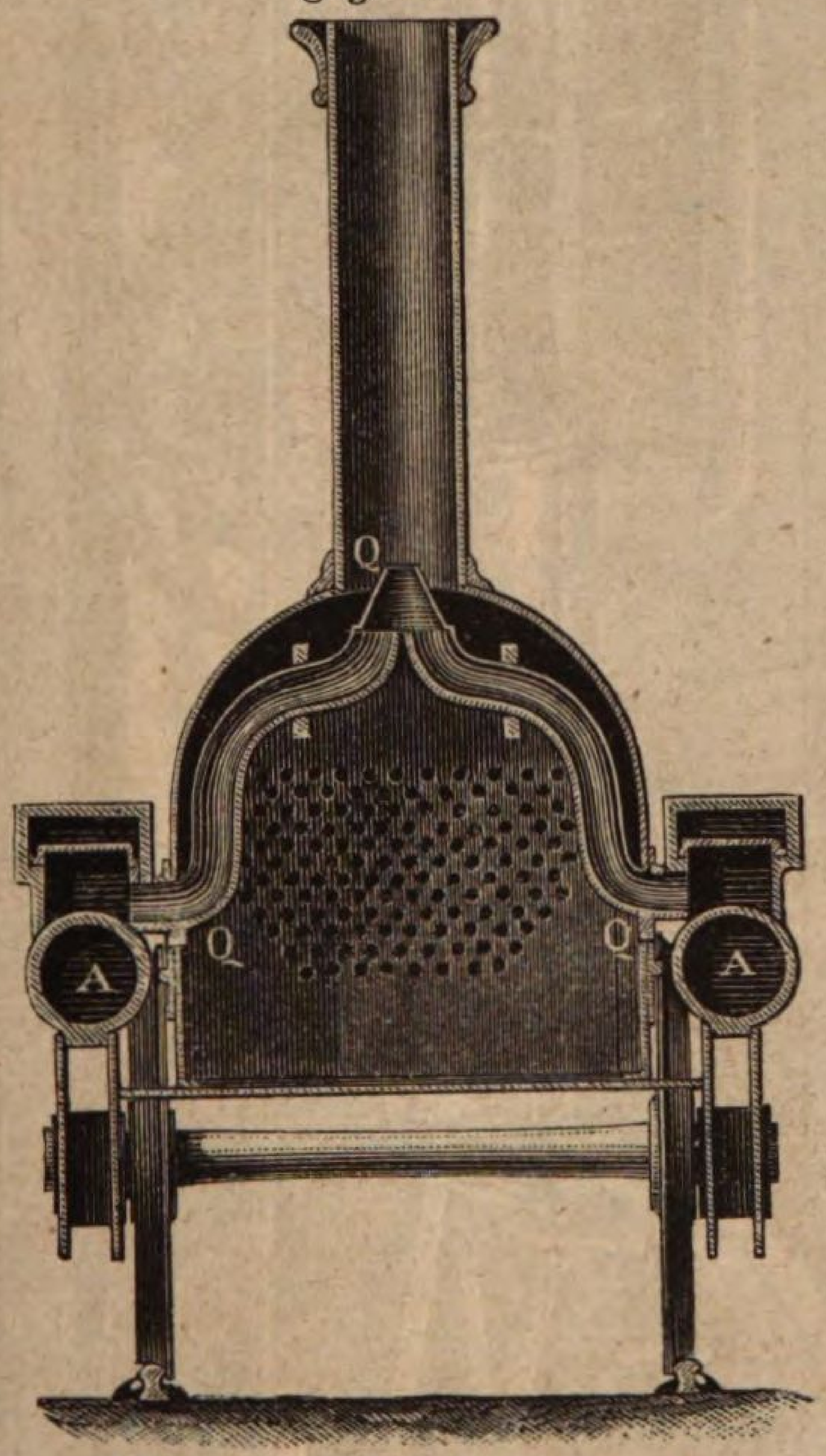
Lokomotiven für Güterzüge erhalten aus gleicher Veranlassung vier oder gar sechs gekuppelte Räder.

Der gewöhnlichen Lokomotive ist ein für den Wasser- und Coaksvorrath eigens gebauter Wagen, Tender genannt, beigegeben. Die Saugröhren der auf der Lokomotive befindlichen Speisepumpen wer-

den auf einfache Art in trichterförmige Rohransätze des Tenders geschoben und dadurch die Pumpenkörper mit dem Wasserreservoir verbunden.

Eine Verbindungsröhre kann von dem Kasten des Sicherheitsventils ab in das Reservoir, und zwar bis in das Wasser tauchend gelegt werden, die bei Stillständen den abblasenden Dampf zum Vorwärmen des Tenderwassers nutzbar macht.

Fig. 227.



Für Post- oder kleine Extrazüge hat man auch wohl Dampfmaschine, Kessel, Vorrathsbehälter und Personenräume auf einem langen Wagen vereinigt, welche Wagenart sich recht gut für die vorgesetzten Zwecke bewährt.

Fig. 228 (a. f. S.) zeigt eine Lokomotive von der neuerdings sehr gebräuchlichen Crampton'schen Bauart. Es ist eine Schnellzug-Lokomotive, bei welcher sehr große Triebräder angewandt sind. Die Achse der letzteren liegt hinter dem Feuerkasten und kann durch Aufheben sehr bequem aus der Maschine herausgenommen werden, da ihre Lager nach oben offen sind. Die Dampfcylinder *C* liegen auch hier an der Außenseite des Rahmens, ebenso die ganze Steuerung, welche eine Stephenson'sche Coulissen- oder Taschensteuerung (s. 175 und 210) ist. Die Speisepumpen *p* sind direkt an die Kolbenstange angehängt. Die vier Vorderräder der Maschine sind mit ihren Achsen in einem besonderen Gestell gelagert, welches sich unter der Maschine etwas verdrehen kann. Ein solches bewegliches Vordergestell erleichtert sehr das schnelle Befahren

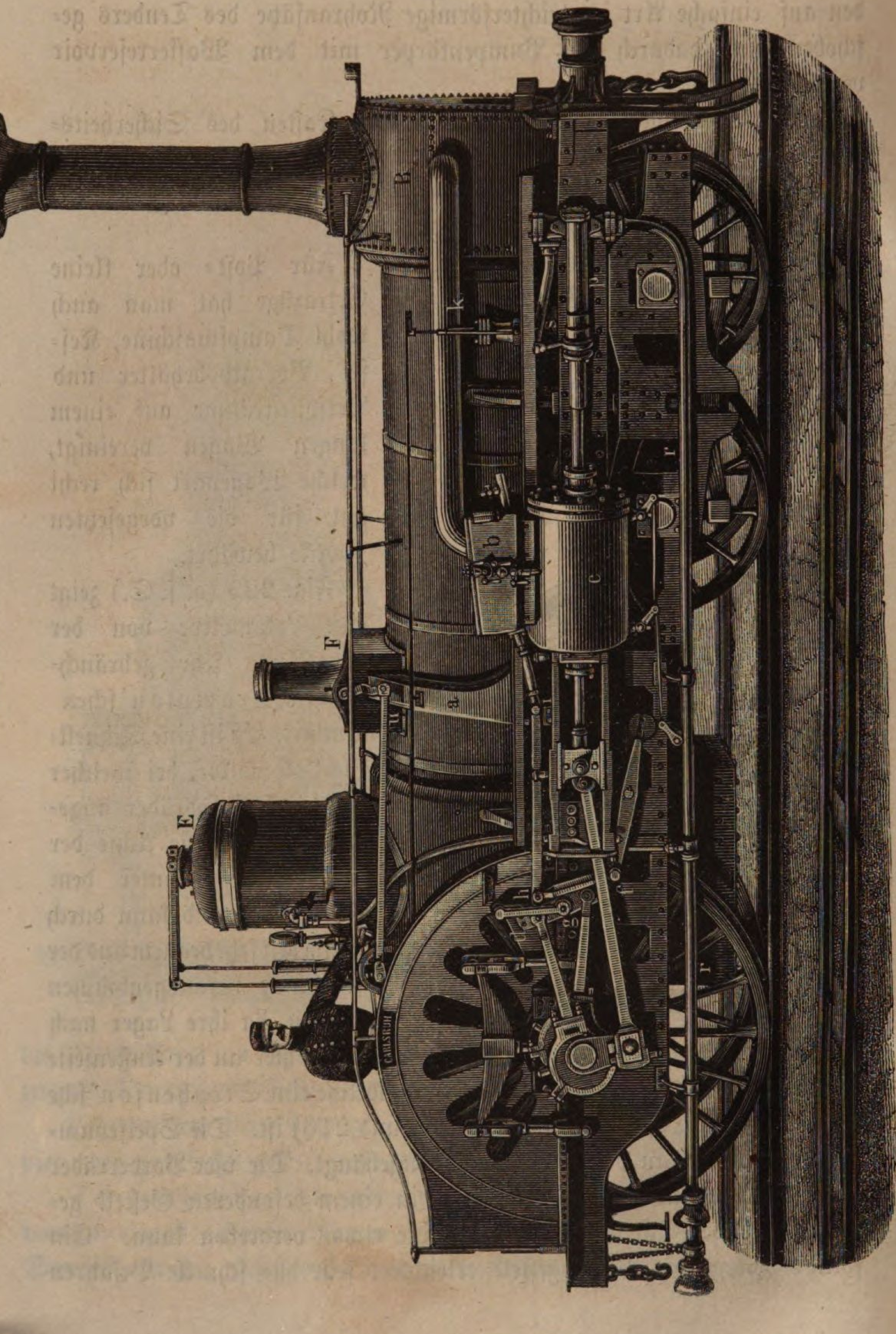


Fig. 228.

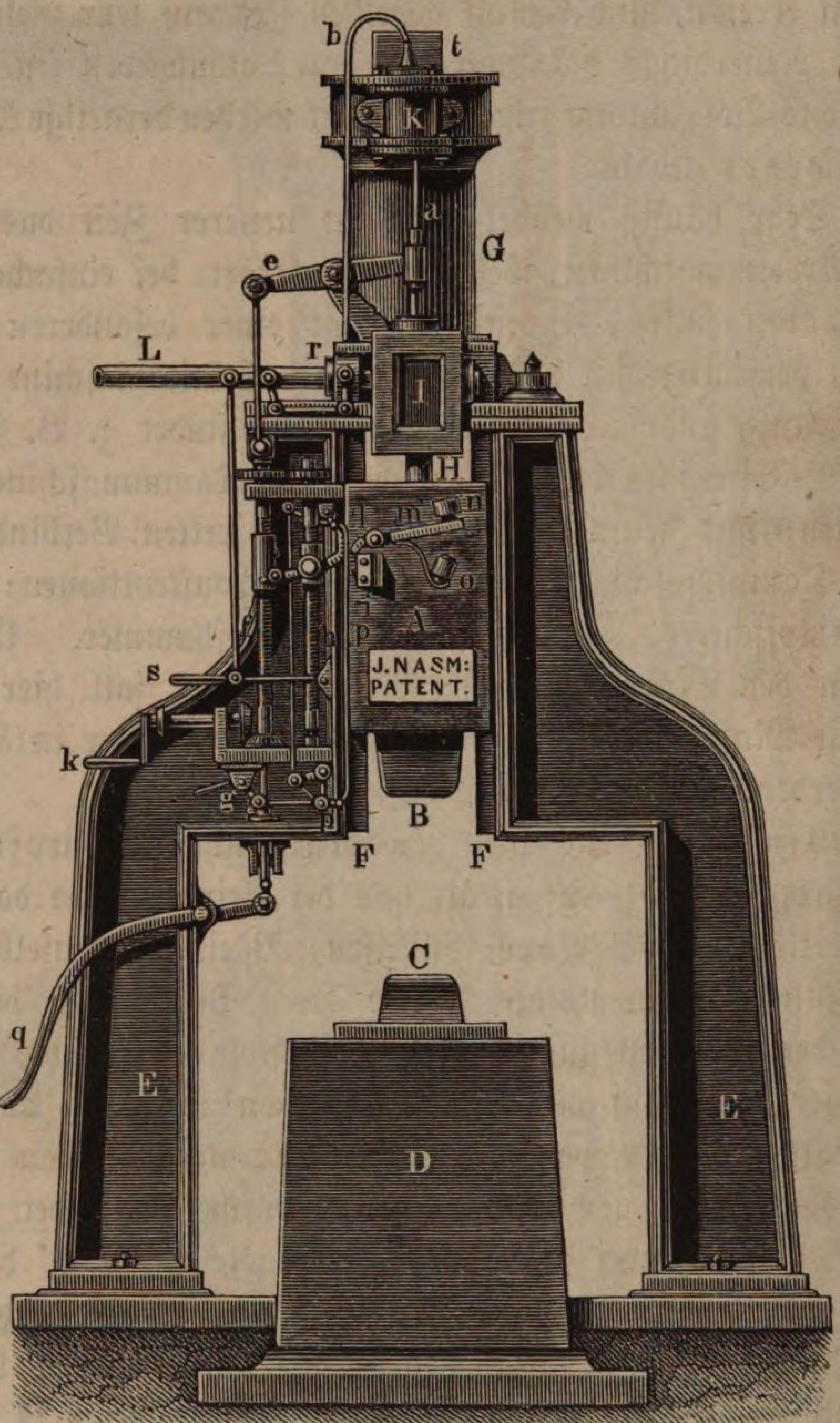
scharfer Bahnkrümmungen. Der Regulator liegt bei *u*; durch den Kanal *a* gelangt der Dampf zu dem Schieberkasten *b*. Mit den Lokomotiven dieser Art hat man eine ganz außerordentliche Fahrgeschwindigkeit erreicht, und benutzt dieselben jetzt auf sehr vielen Eisenbahnen. — Neuerdings hat man auch an Lokomotiven eine Art von Condensations-Vorrichtung angebracht, und werden derartige Maschinen von Kirchweger gebaut.

190. Sehr häufig wendet man in neuerer Zeit das Princip an, solche Arbeitsmaschinen, welche große Kräfte bei einfachen Bewegungen ausüben sollen, unmittelbar mit einer besonderen Dampfmaschine zu versehen, mit welcher dann die Arbeitsmaschine ein constructives Ganze ausmacht. Das Genannte findet z. B. Statt bei Sägegattern, Eisenscheeren, Luppenquetschen, Rammmaschinen, Hammermaschinen; und nennt man die aus der direkten Verbindung derselben mit Dampfmaschinen hervorgehenden Constructionen: Dampfgatter, Dampfscheere, Dampfquetsche, Dampfhammer. Um einen Begriff von den Maschinen dieser Art zu geben, soll hier der für den heutigen Maschinenbau so wichtige Dampfhammer in Kürze beschrieben werden.

Fig. 229 (a. f. S.) stellt einen Nasmyth'schen Dampfhammer (steam-hammer; marteau pilon) von der kleineren Art dar. *A* ist der Hammerklotz oder Bär aus Gußeisen, *B* ein in denselben eingesetztes Gußstück, dessen untere Fläche die Hammerbahn bildet. *C* Ambos, in den schweren gußeisernen Ambosstock (chabotte) *D* eingesetzt. Dieser wird auf ein Fundament von mehreren aufeinander liegenden Balkenschichten, bei den kleineren Hämmern auch auf ein stark ummauertes Bett von gestampfter Schmiedeasche gegründet. An die Ständer *EE* sind zwei senkrechte Führungsleisten *FF* des Hammerklotzes angegossen. Zwischen diesen kann sich der letztere auf- und niederbewegen. Oben auf dem Gestell steht mitten über dem Hammerklotz der Dampfcylinder *G*, dessen Kolbenstange *H* in *A* befestigt ist. Das Arbeiten des Dampfhammers geschieht in der Weise, daß man zuerst unter den Kolben Dampf leitet, welcher sogleich den Kolben und den anhängenden Hammerklotz in die Höhe treibt, und daß man alsdann den Dampf wieder entweichen läßt, worauf der Klotz, durch sein Gewicht abwärts getrieben, mit Wucht auf das zu

hämmernde Stück niederfällt. Dieses Spiel wird fortwährend wiederholt, so lange der Hammer schlagen soll. Da der Dampf nur auf

Fig. 229.



$\frac{1}{12}$

eine Seite des Kolbens wirkt, so ist die Dampfmaschine eine *einfachwirkende*, die Maschine überhaupt im Grunde genommen sehr ähnlich den unter 185 und 186 beschriebenen.

Das Ein- und Auslassen des Dampfes wird durch eine höchst sinnreich construirte Steuerung bewerkstelligt, und zwar auf folgende Weise. In dem Schieberkasten *I* befindet sich der Muschelschieber *I'*, Fig. 230 und 231, in dessen Spiegel die beiden Dampfwege *c* und *d* münden. *c* ist die unter den Kolben führende Einströmung, *d* der Ausweg für den verlorenen Dampf. Steht der Schieber in der Stellung Fig. 230 also unten, so tritt frischer Dampf unter den Kolben, denselben in die Höhe treibend; steht der Schieber oben, wie in Fig. 231, so entweicht der unter dem Kolben befindliche Dampf durch die Höhlung des Schiebers *I'* hindurch nach *d* hin.

Fig. 231.

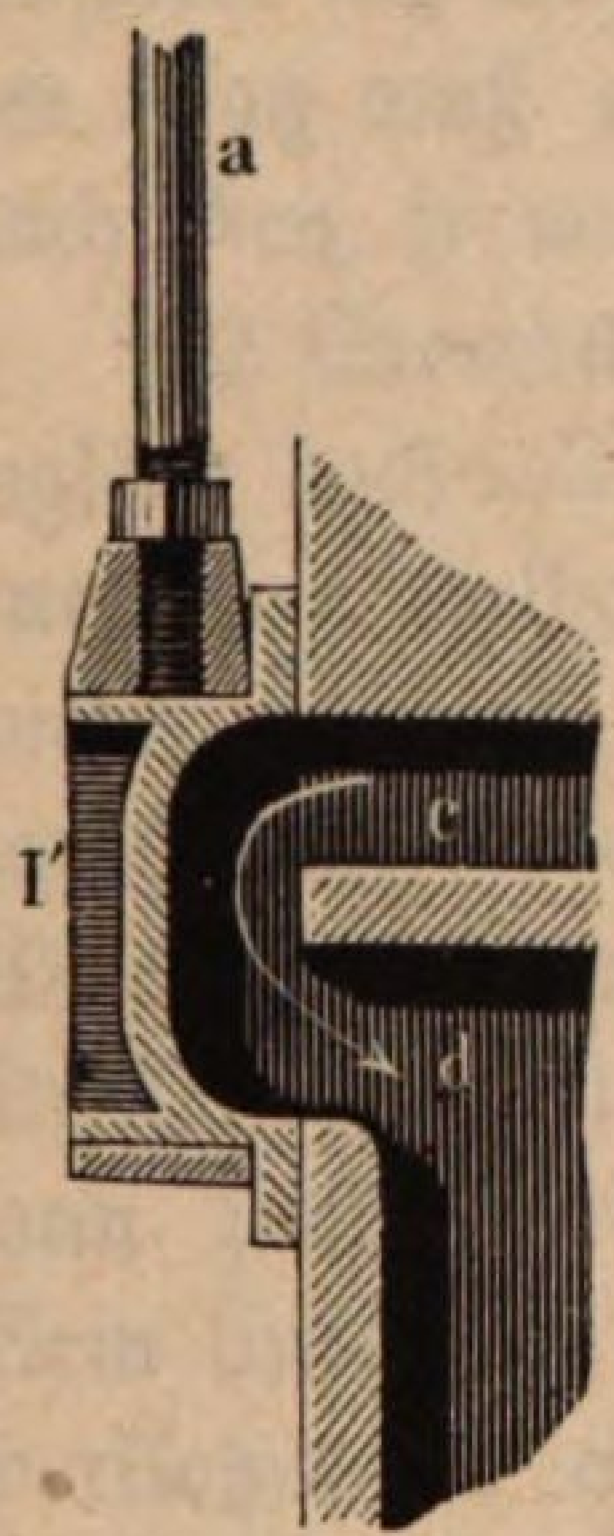
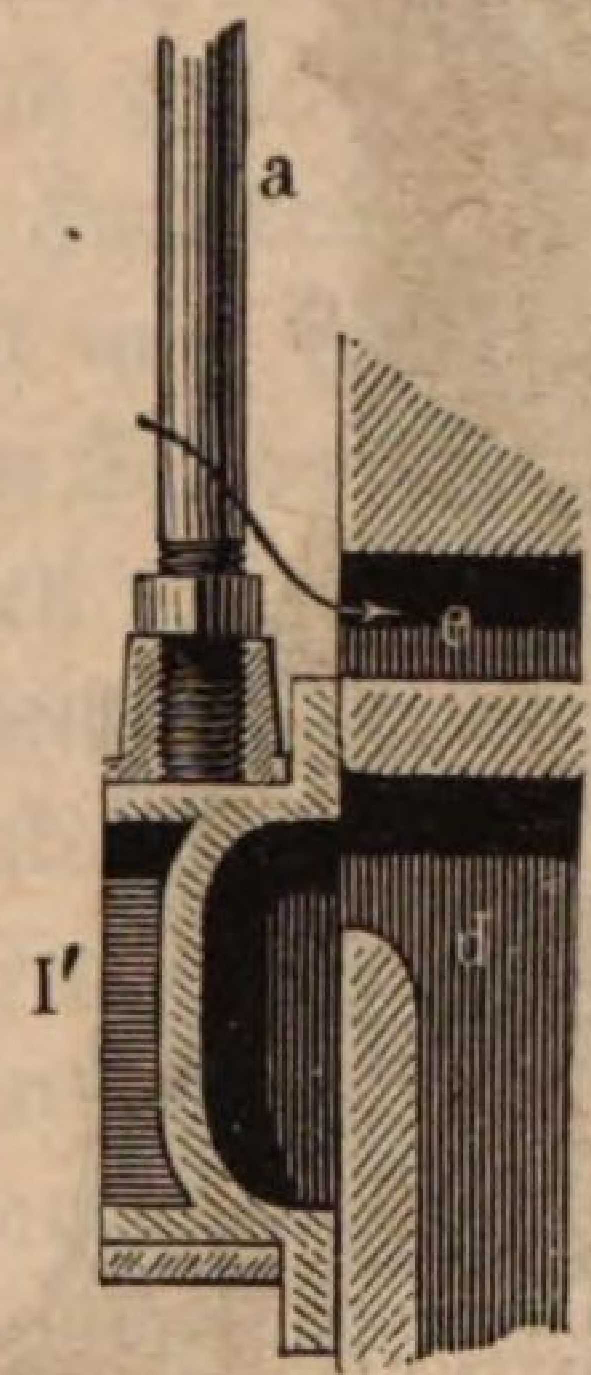


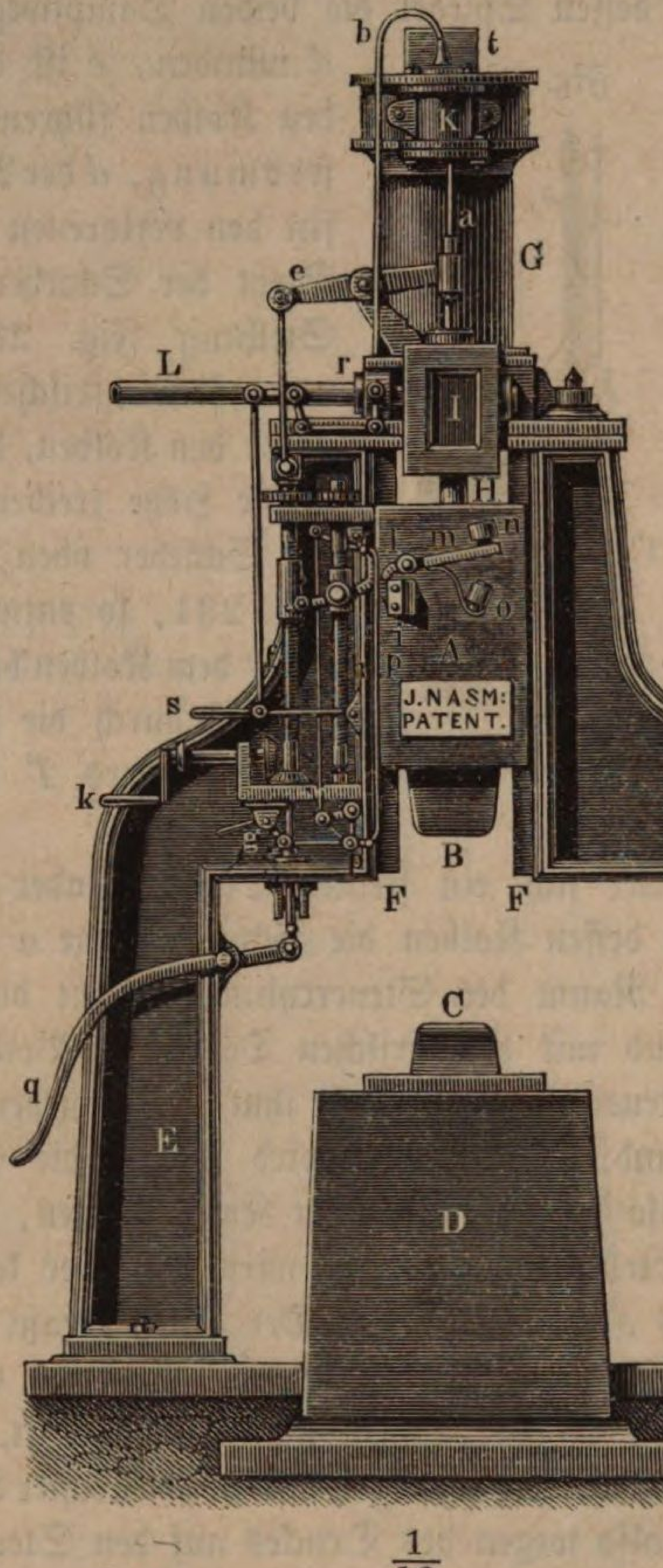
Fig. 230.



Oben an *G* befindet sich ein kleiner Dampfcylinder *K*, der Steuercylinder, mit dessen Kolben die Schieberstange *a* fest verbunden ist. Der obere Raum des Steuercylinders steht durch das Kupferrohr *b* fortwährend mit dem frischen Dampf in Verbindung; demzufolge wird der Steuerkolben und mit ihm der Schieber *I'* stets nach unten gedrückt, und der Schieber wird immer die Stellung Fig. 230 annehmen, also Dampf unter den Kolben lassen, wenn er nicht in einer anderen Stellung festgehalten wird. Letzteres kann aber durch den Mechanismus *e f g* geschehen. Der Hebel *e* faßt nämlich mittelst einer kleinen Verbindungsstange die mit Gewinde versehene Stange *f*, und zwar so, daß diese dadurch nicht gehindert ist, sich um ihre Achse drehen zu können. Die Stange *f* ist in senkrechter Richtung verschiebbar, und wird also wegen des Druckes auf den Steuerkolben stets das Bestreben haben, nach oben zu gehen. Sie kann indeß bei *g* durch einen kleinen Klinkhebel festgehalten werden. In dieser letzteren Stellung zeigt unsere Figur den Mechanismus. Es befindet sich also hier der Schieber oben, wie in Fig. 231; der Dampf kann

entweichen, der ebenfalls oben befindliche Hammerklotz beginnt demnach zu fallen. In die genannte Stellung ist der Schieber aber

Fig. 232.



durch den aufsteigenden Hammer selbst gebracht worden. Beim Aufsteigen des Klotzes stößt nämlich eine an denselben angeschraubte Nase *i* mittelst eines auf der Schraubstange *h* seinen Stützpunkt findenden

Hebels die Stange *f* nach unten, und treibt dadurch Steuerkolben und Schieber nach oben; die Stange *f* wird darauf sogleich bei *g* aufgefangen und für die Dauer des Niederfalls des Hammerklotzes festgehalten. Durch Drehen an der Kurbel *k* kann das Hebelwerk, an welches die Nase *i* anstößt, auf- und abwärts verstellt werden. Befindet sich dasselbe unten, so wird es früh von der Nase *i* getroffen, der Klotz muß also früh fallen; rückt man hingegen das Hebelwerk nach oben, so wird der Hub des Hammers vergrößert.

Die Steuerung hat nun noch eine zweite Aufgabe, nämlich die, sogleich nach vollführtem Schlage des Hammers wieder frischen Dampf unter den Kolben treten zu lassen, damit der Hammerklotz alsbald wieder aufsteigt. Zu dem Ende muß im Augenblicke des Aufprallens des Hammers die Klinke bei *g* ausgelöst werden; es dient hierzu der Wuchthebel *l m*. Derselbe hat bei *l* auf dem Rammklotze seinen Drehpunkt; er wird durch eine Feder leicht nach oben gedrückt, und kann zwischen den Fanghörnern *n* und *o* auf- und abschwingen. Sein links von *l* gelegener Arm streicht beim Niedergange des Hammerklotzes an einer senkrechten Stange *p* vorbei, welche mit dem Mechanismus bei *g* derart in Verbindung steht, daß ein mäßiger Druck, nach links auf *p* ausgeübt, die Klinke bei *g* auslöst.

Beim Fallen des Hammerklotzes bewegt sich gleich schnell mit demselben der Wuchthebel *l m* nach unten. Sobald aber der Hammer auf das Schmiedestück aufprallt, und somit sein Abwärtsgehen beendigt, sucht der Wuchthebel sich noch fortzubewegen, und schwingt in Folge dessen abwärts nach dem Fanghorn *o* hin. Dadurch wird die Stange *p* von dem links gelegenen Arm von *l m* zur Seite geschoben, und die Stange *f* bei *g* ausgelöst. Der Steuerkolben ist nicht mehr gehalten, er treibt den Schieber nach unten, und sofort beginnt der einströmende Dampf wieder den Hammer zu heben. Da somit der Wiederbeginn des Hubes vom Aufprallen des Hammers selbst abhängig ist, so tritt der Kolbenwechsel jederzeit im richtigen Zeitpunkt ein, gleichviel, ob das zu schmiedende Stück hoch oder niedrig ist.

Bei *q* sieht man einen Handhebel, mit welchem man den Steuerkolben regieren kann. Soll der Hammer stillgestellt werden, so zieht man mit dem Handhebel *q* den Steuerkolben nach oben, so daß der

Hammer fallen muß, und legt alsdann die Stange *f* bei *g* fest. In dem Dampfeinlaßrohre *L* befindet sich bei *r* eine von *s* aus bewegbare Drosselklappe zum Reguliren der Dampfeinströmung; *t* ist das Rohr für den verlorenen Dampf.

191. Man kann die Wirksamkeit eines Dampfhammers im Verhältniß zu der besprochenen bedeutend verstärken, wenn man den Hammerklotz nicht einzig durch sein Gewicht, sondern auch noch durch Oberdampf, d. h. durch Dampf, welchen man über den Kolben treten läßt, niederwärts treibt. Die Figuren 233 bis 235 zeigen die Oberdampfsteuerung eines Dampfhammers von 25 Centner Hammerklotzgewicht. Mit dem Schieberkasten *I* steht ein zweiter kleinerer Schieberkasten *M* in Verbindung, in welchem sich der Oberdampfschieber *N* befindet. Sobald dieser geöffnet wird, geht frischer Dampf aus *I* durch das Kupferrohr *O* und den Cylinderdeckel *P* über den Kolben *Q*. Das Oeffnen des Schiebers *N* besorgt der Hammerklotz *A* selbst beim Aufsteigen vermittelst des Gabelstückes *u*, welches während des letzten Stückes des Hammerhubes den Winkelhebel *v* ergreift, und mittelst desselben die Schieberstange *w* abwärts zieht. Während dessen ist der Kolben *Q* dem Cylinderdeckel *P* ganz nahe gekommen. Nun tritt der Oberdampf ein, den Kolben abwärts treibend. Sobald aber dieser wieder bis zu der in Fig. 233 gezeichneten Stellung herabgesunken ist, hat das Gabelstück *u* den Oberdampfschieber bereits wieder geschlossen, welcher zudem durch eine Feder *x* stets nach oben gedrückt wird, und es hört somit der fernere Zutritt von Oberdampf auf. Es bedarf nämlich nur einer sehr kurzen Einwirkung des Oberdampfes, um schon dem Hammerklotz eine ganz bedeutende Beschleunigung zu ertheilen.

Nun ist der Oberdampf wieder aus dem Cylinder herauszulassen; dies geschieht durch die bei *y* angegebenen Löcher in der Cylinderwand, welche zum Dampfauslaßrohr *R* führen, durch welches auch der gebrauchte Unterdampf entweicht. Die Löcher bei *y* haben auch noch den Zweck, während des Aufsteigens des Hammers die im Cylinder befindliche Luft abströmen zu lassen. Sie sind bei dem in Fig. 229 gezeichneten Dampfhammer ebenfalls vorhanden, und zwar münden sie dort ringsum in den am oberen Ende des Cylinders sichtbaren Umlauf, welcher mit dem Auslaßrohr *t* in Verbindung

steht. — Die Anwendung des Oberdampfes bei den Dampfhämmern ist nicht genug zu empfehlen, indem sie es möglich macht, einen

Fig. 233.

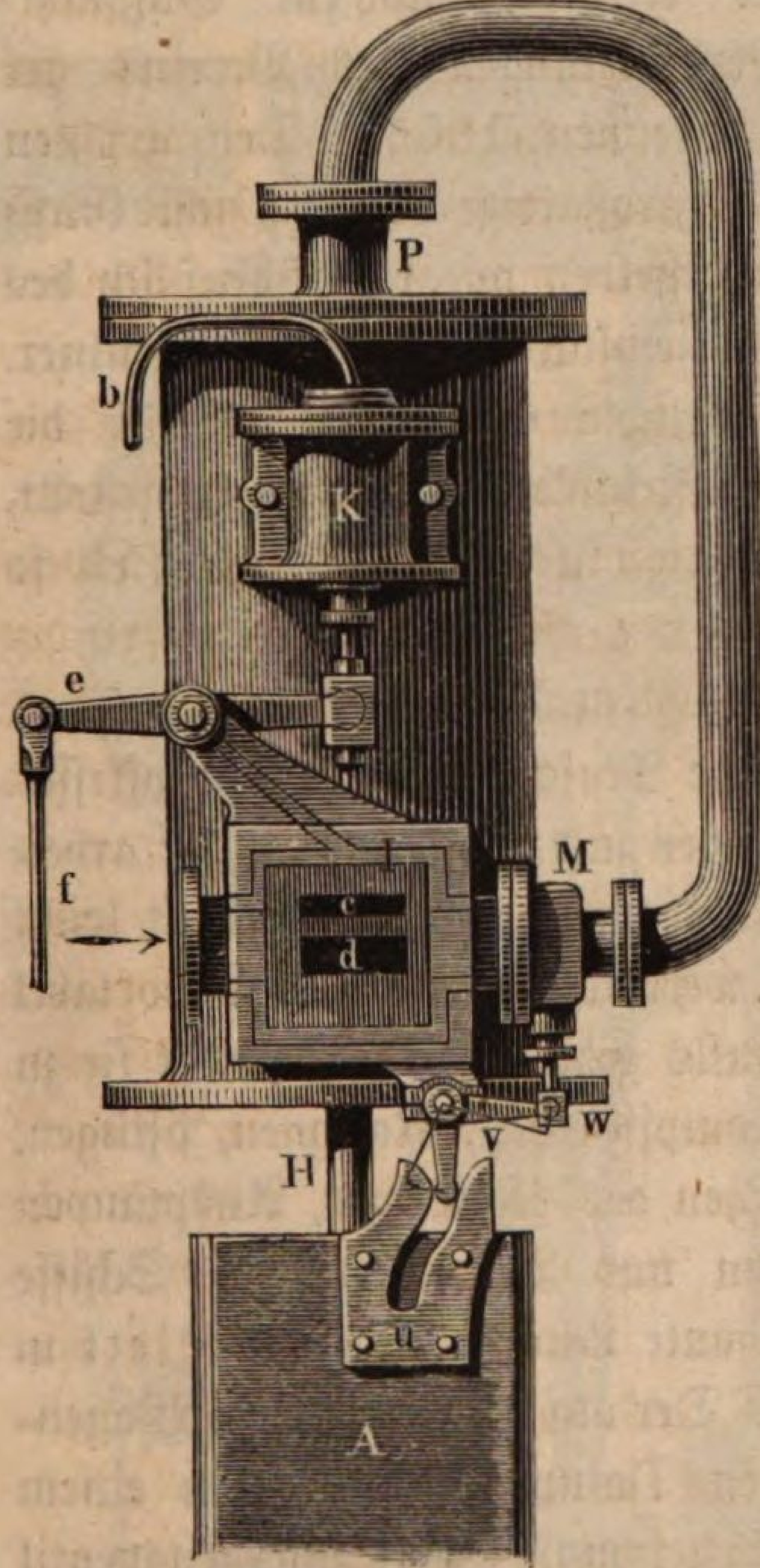


Fig. 234.

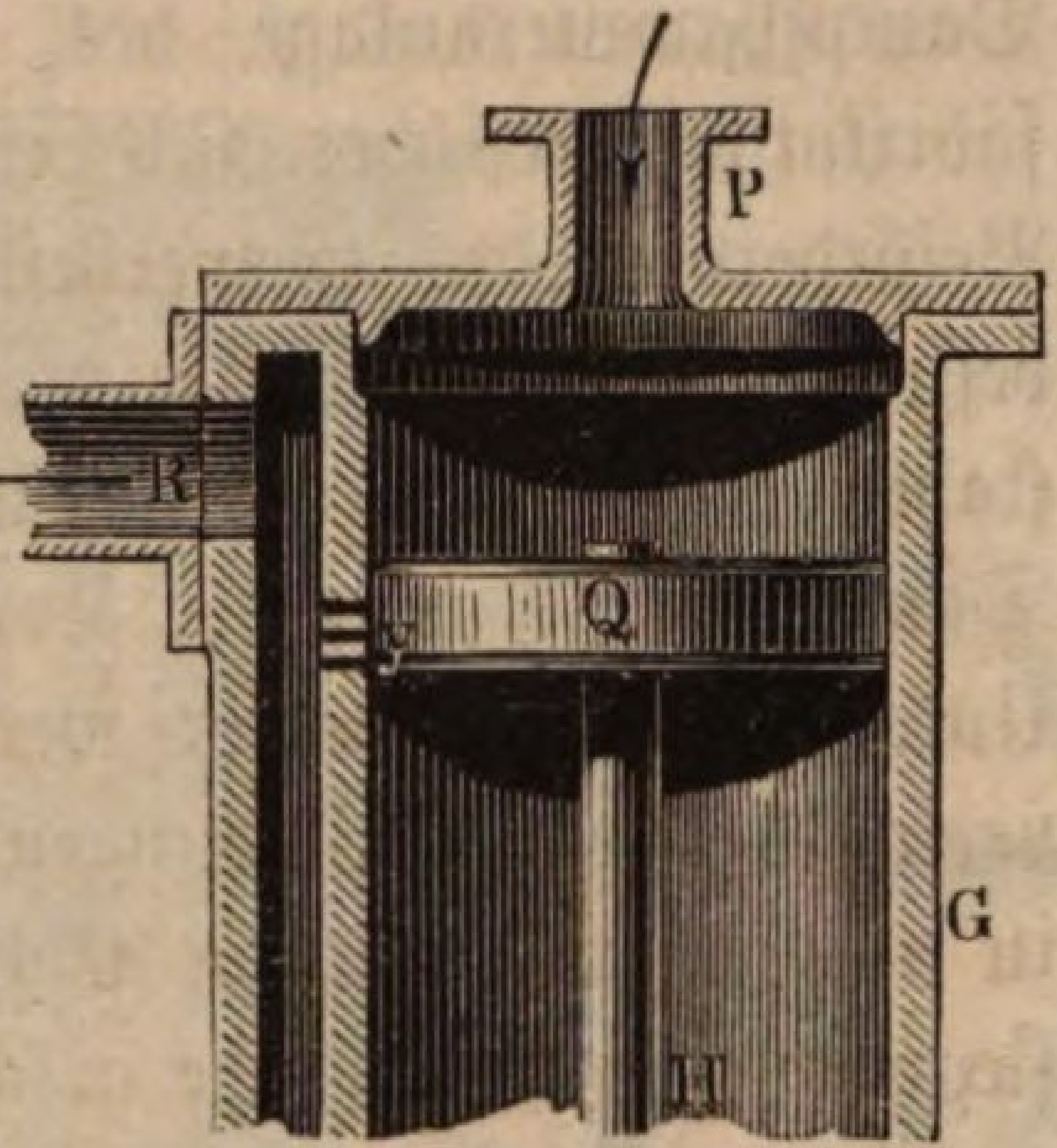
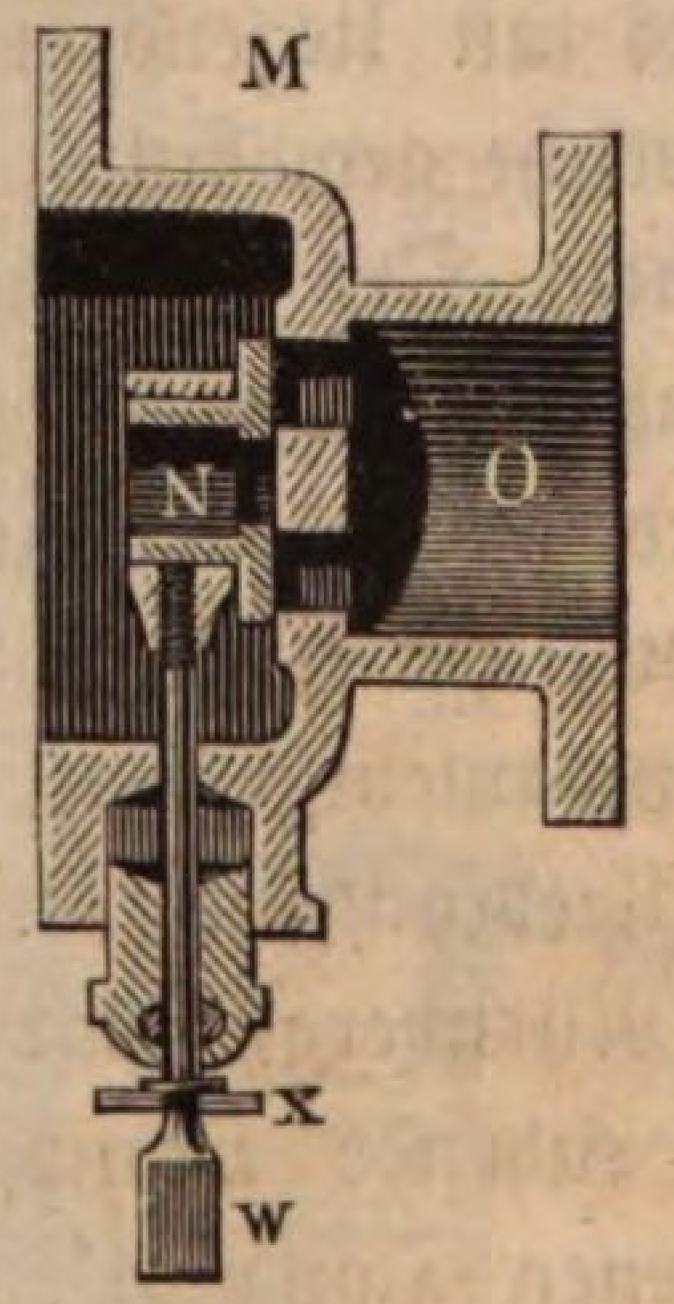


Fig. 235.



verhältnißmäßig kleinen Hammer ganz bedeutend starke Schläge machen zu lassen. Bei den neueren Dampfhämmern befindet sich im Rohr *R* noch ein vom Standorte des Maschinisten aus leicht verstellbarer Hahn, mittelst dessen man, durch Behinderung der Dampfausströmung das Niederfallen des Hammerklotzes sehr bequem reguliren kann.

Man baut jetzt Dampfhämmer nach zahlreichen verschiedenen Systemen. In der Größe des Hammergewichtes für mächtige Arbeiten ist man immer mehr gestiegen. In Frankreich hat man z. B. (in Rive de Gier) Dampfhämmer von 12,000 Kilogramm oder 240 Zoll-

centner Hammerklotzgewicht gebaut, und mit solchen unter anderm die sechsfach gekröpfte Hauptwelle des Kriegsdampfers Eylau geschmiedet, welche brutto 460 Zollcentner wog. Beschreibung der 500 Centner Dampfhammeranlage des Bochumer Actienvereins für Gußstahlfabrikation befindet sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1865. Den größten bestehenden Dampfhammer besitzt das großartige Krupp'sche Gußstahlwerk bei Essen; der Hammerklotz desselben wiegt einschließlich des Dampfkolbens und der Kolbenstange ziemlich genau 1000 Centner. Unter diesem Hammer werden die riesigen Gußstahlstücke für die verschiedensten Anwendungen in der ausgezeichneten Qualität hergestellt, in welcher die deutsche Gußstahlindustrie alle ihre Concurrenten so siegreich aus dem Felde geschlagen hat.

192. Die transportabeln oder mobilen Dampfmaschinen (portable engine; locomobile) sind kleine Maschinen mit Dampfkessel meistens mit liegendem Cylinder, immer mit Hochdruckdampf arbeitend, welche gewöhnlich auf einem Rädergestell liegen, und somit leicht von einem Ort zum anderen bewegt werden können. Transportabel ohne fahrbar zu sein werden sie ebenfalls gebaut. Man wendet sie zu verschiedenen Zwecken an, z. B. bei Dampfspritzen, Rammen, Pflügen, Dreschmaschinen, zum Bauen, Aufziehen des Materials, Auspumpen der Fundamentgruben, zum Entladen und Befrachten der Schiffe u. dergl. (Nachtrag. I). Eine gut gebaute Locomobile (von Klett u. Co. in Nürnberg) stellt Fig. 236 dar. Der auf einem eisernen Wagengestelle ruhende Dampfkessel trägt den Dampfcylinder A in einem gußeisernen Dome A', auf dessen Scheitel man das Sicherheitsventil B erblickt. C stellt ein Metallmanometer dar. Die Bewegung des Dampfkolbens wird auf die gewöhnliche Weise mit Pleuelstange und Kurbel auf die Kurbelwelle übertragen, welche die Kraft mittelst eines Riemens, der auf das Schwungrad O gelegt wird, abgibt. D ist der Regulator, welcher mittelst eines Kegelräderpaares von der Kurbelwelle K aus umgetrieben wird. Das Abdampfrohr E mündet in den Kamin G, um den Dampf bei F mit anfachender Wirkung ausblasen zu lassen (81). Der Dampfkessel ist einem gewöhnlichen Locomotivkessel (s. 37) sehr ähnlich. N ist die innere Feuerbüchse, hier cylindrisch geformt, und sowohl mit einer Feuerthür als einer Aschen-

thür versehen. Aus der Rohrwand *M* treten die Heizröhren *R R* heraus, durchziehen den Hauptkessel *Q* und münden in die Rauch-

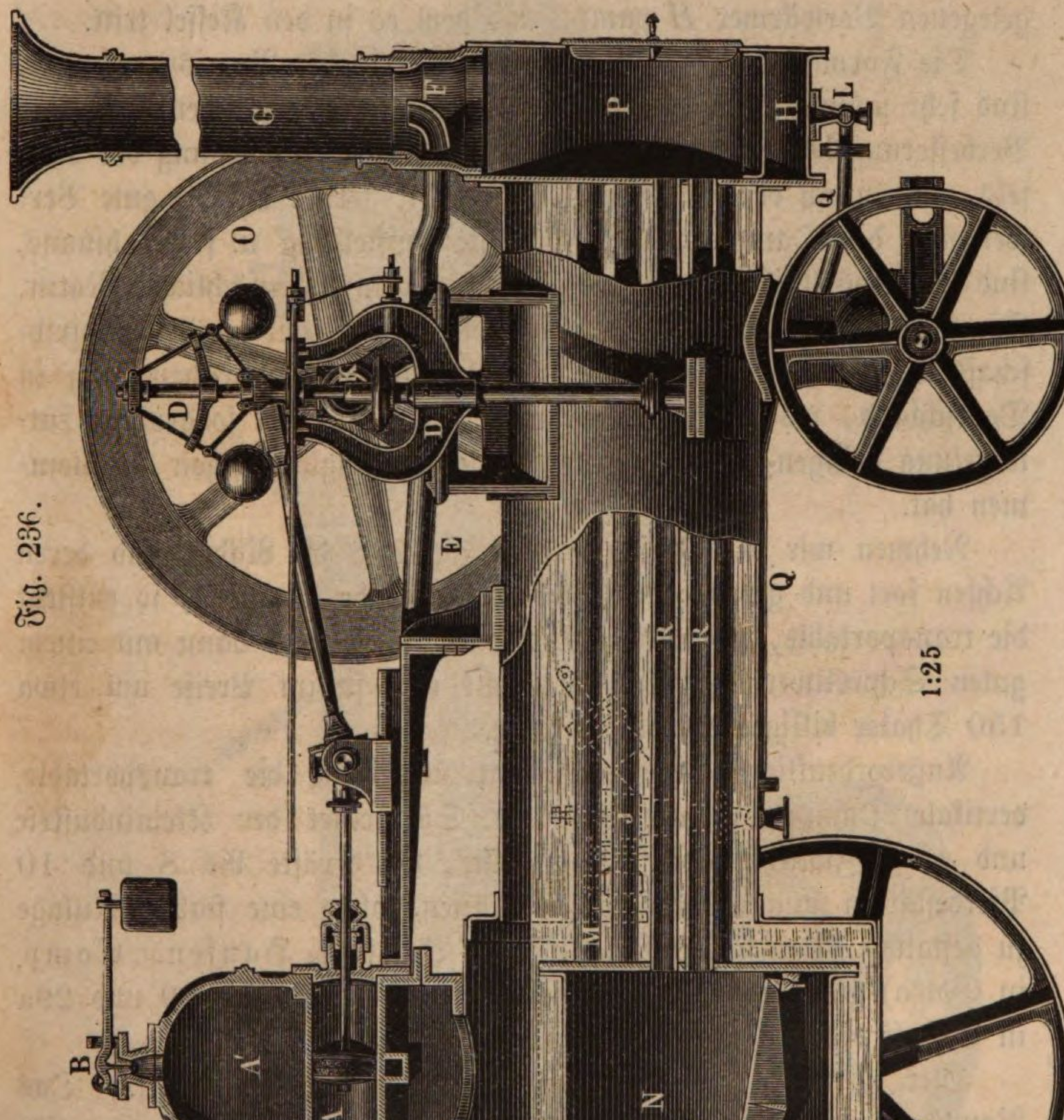


Fig. 236.

kammer *P* ein, aus welcher die Verbrennungsgase in den Kamin ziehen. Die Kesselspeisung, für welche man jetzt bei den Lokomobilen

mit Vorliebe den Einspritzer (104 und 212 a) benutzt, geschieht durch die bei *J* punktirte Speisepumpe, welche das Speisewasser aus einem untergestellten Kübel saugt und es dann in den in der Rauchkammer gelegenen Vorwärmer *H* pumpt, aus dem es in den Kessel tritt.

Die Formen, in welchen die Lokomobile in der Praxis vorkommt, sind sehr mannigfaltig; die sich dabei zeigenden Verschiedenheiten und Verbesserungsbestrebungen laufen auf bequeme Handhabung des Kessels, namentlich dessen leichte Reinigung*), ferner auf die gute Verwendung des Dampfes, auf gedrängte Aufstellung u. s. w. hinaus, sind übrigens theilweise auch bloß äußerlicher nebensächlicher Natur. Die wachsende Anwendung der Dampfkraft für land- und forstwirthschaftliche Zwecke wird ohne Zweifel den Lokomobilenbau auch in Deutschland, wo er sich immer mehr hebt, zu einer so großen Entwickelung bringen, wie er sie namentlich in England schon angenommen hat.

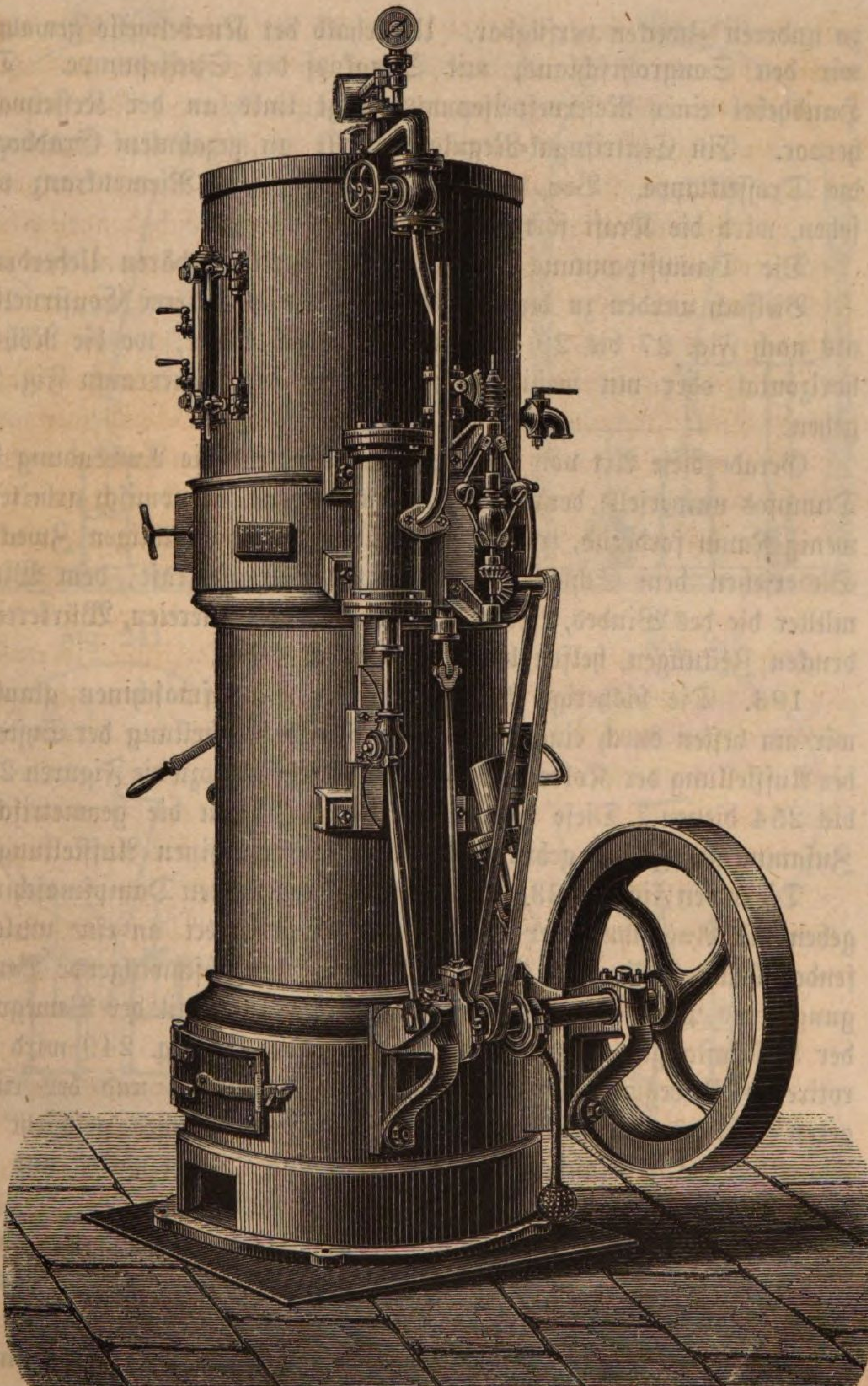
Nehmen wir der Maschine von Fig. 236 die Räder und deren Achsen fort und geben dem Kessel entsprechende Tragfüße, so entsteht die transportable, unfahrbare Maschine. Sie wird dann mit einem guten Schwellwerk verbolzt aufgestellt und so im Preise um etwa 150 Thaler billiger als die fahrbare.

Außerordentliche Verbreitung hat nun auch die transportable, vertikale Dampfmaschine gefunden. Sie leistet der Kleinindustrie und allen Zwecken bedeutende Dienste, wo Kräfte bis 8 und 10 Pferdestärken angewendet werden müssen, ohne eine stabile Anlage zu gestatten. Von dieser Maschine (von Bonsack, Hansen u. Comp. in Gotha) gibt uns Fig. 237 ein Bild, welches die Fig. 29 und 29a in Betreff des Dampfkessels vervollständigen.

Hier ist die Maschine vollständig gangfähig dargestellt. Das Rauchrohr mit Registerklappe mündet in ein entsprechend weites (für kleinste Maschinen nur russisches) Schornsteinrohr der Hauswand ein, oder es wird ein Blechrohr angesetzt. So wird also der abgehende Dampf nicht zur Erzeugung des Zuges verbraucht, sondern ist noch

*) Sehr empfehlenswerth in dieser Hinsicht sind die Locomobilen mit Thomas u. Laurens'schem Kessel (R. Wolf in Buckau-Magdeburg), welcher so eingerichtet ist, daß man Feuerbüchse, Heizröhren und Rohrwand herausziehen kann.

Fig. 237.



zu anderen Zwecken verfügbar. Unterhalb der Kurbelwelle gewahren wir den Saugrohrschlauch mit Saugkopf der Speisepumpe. Der Handhebel einer Reservespeisepumpe ragt links an der Kesselwand hervor. Ein Centrifugal-Regulator stellt an gezahntem Gradbogen die Drosselklappe. Von dem Schwungrade, mit Riemenkranz versehen, wird die Kraft fortgepflanzt.

Die Dampfspannung beträgt 5 bis 6 Atmosphären Ueberdruck.

Vielfach werden zu diesen Maschinen Kessel anderer Construction als nach Fig. 27 bis 29 verwendet, nämlich solche, wo die Röhren horizontal oder mit wenig Neigung durch den Feuerraum Fig. 27 gehen.

Gerade diese Art von Maschinen nun macht die Anwendung des Dampfes universell; denn billig in Anschaffung, ökonomisch arbeitend, wenig Raum fordernd, transportabel genügen sie unzähligen Zwecken. Sie ersetzen dem Schleifer die abgefallene Wasserkraft, dem Windmüller die des Windes, treiben Spinnereien, Zwirnereien, Würkereien, drucken Zeitungen, helfen bauen, verstauen.

193. Die bisherige Behandlung der Dampfmaschinen glauben wir am besten durch eine übersichtliche Zusammenstellung der Systeme der Aufstellung der Kolbenmaschinen zu schließen, wozu die Figuren 238 bis 254 dienen. Diese geben in einfachen Linien die geometrischen Zusammenhänge der gebräuchlichsten Dampfmaschinen-Aufstellungen.

Die in den Figuren 238 bis 241 incl. dargestellten Dampfmaschinen geben mit Ausnahme der in Fig. 249 ihren Effect an eine umlaufende Welle ab; in Fig. 244 ist die auf- und abschwingende Bewegung eines Pumpenkreuzes durch eine Triebstange mit der Bewegung der Kolbenstange vermittelt; bei der Maschine in Fig. 249 wird die rotirende Bewegung nur zum Zweck der Steuerung und des ruhigeren Ganges der Dampfpumpe erzeugt. Aehnliches geschieht in Fig. 252. Die Maschinen in Fig. 253 und 254 bezwecken nur geradlinige und senkrechte Fortbewegung einer Last.

Fig. 238 Aufstellung von Meyer; Schwungradwelle oben, Gradführung in Gleitrahmen; Triebstange von normaler Länge. Vergleiche Fig. 166.

Fig. 239 Maschine mit schwingendem Querhaupt, sogenannte Doppelkreuzmaschine (Maudslay). Von dem festen Querhaupte

Fig. 238.

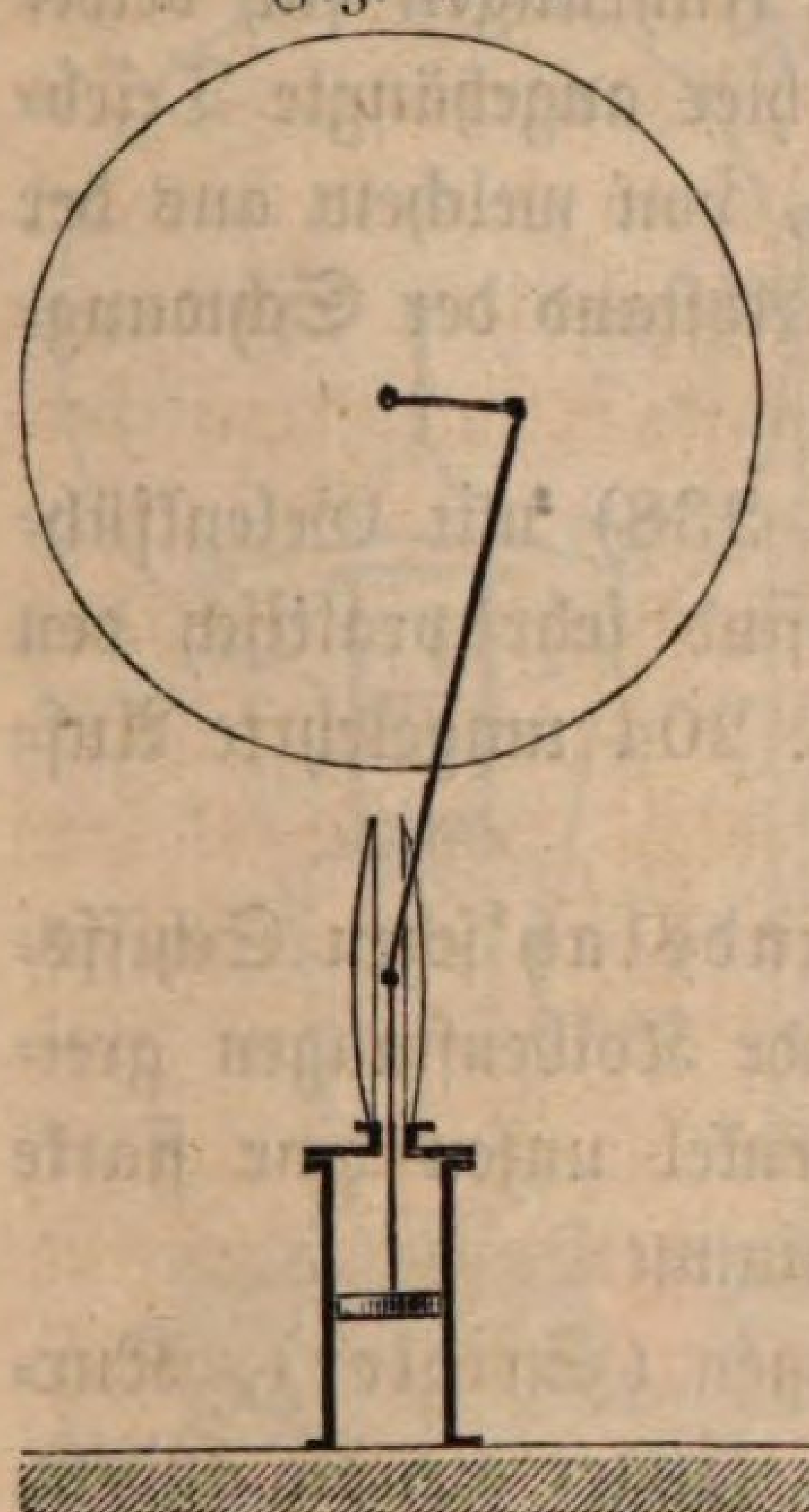


Fig. 239.

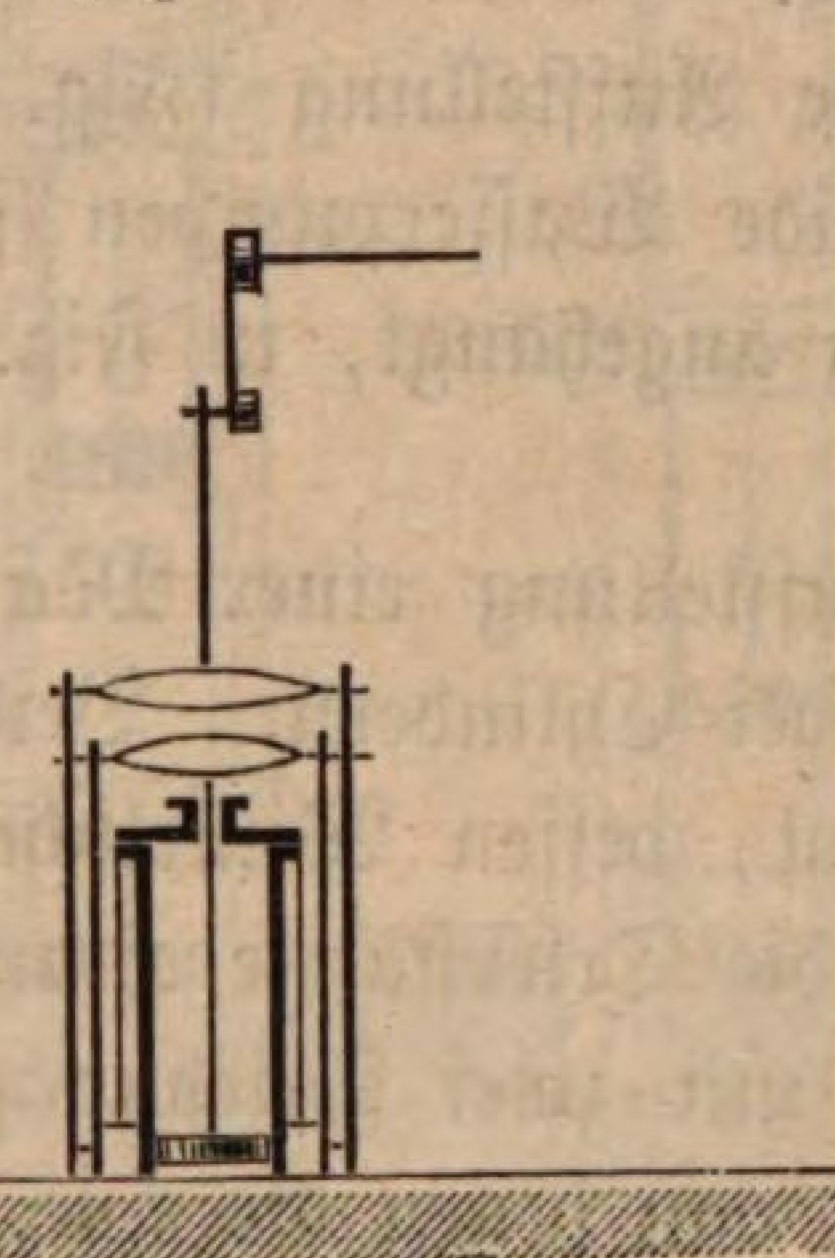


Fig. 240.

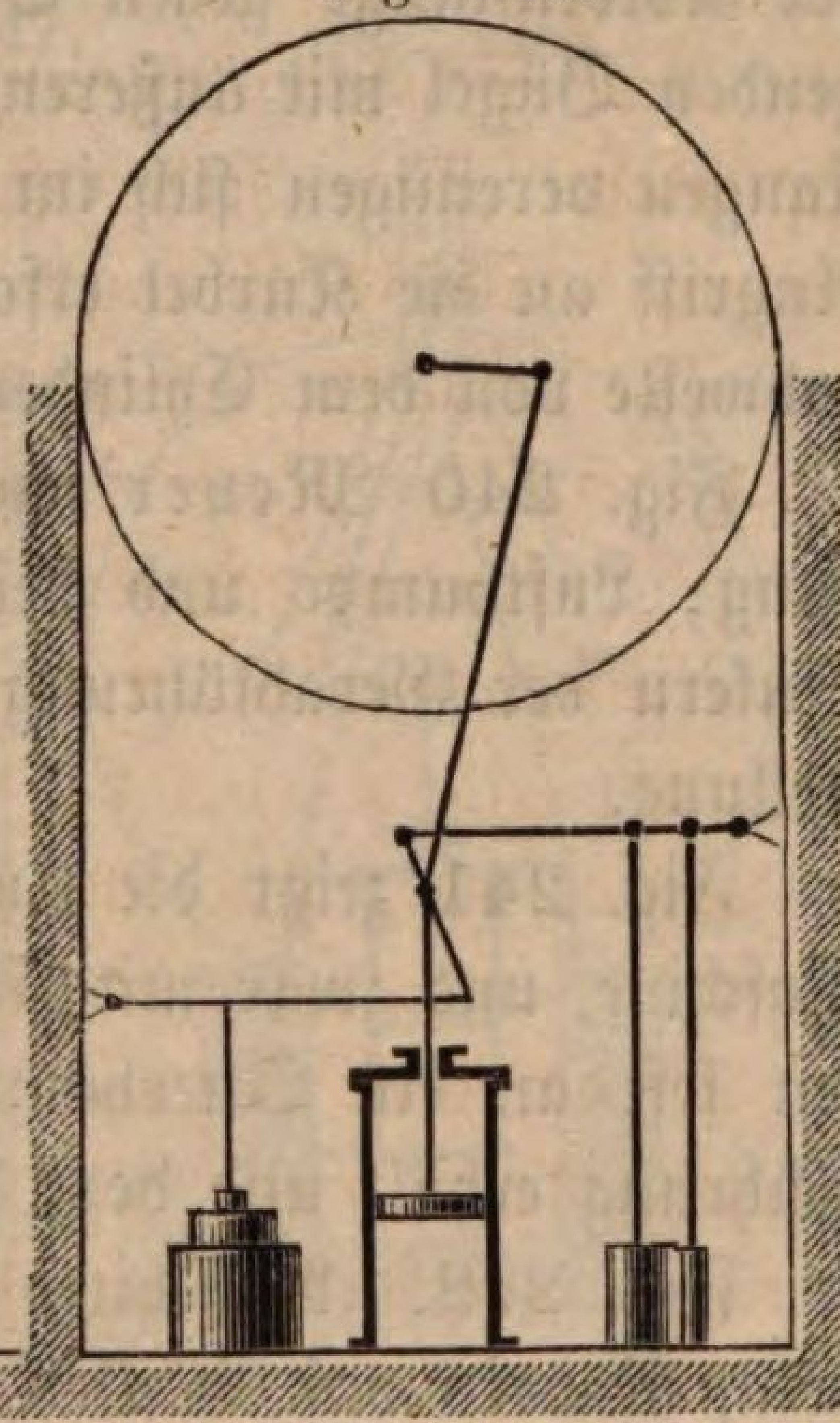


Fig. 241.

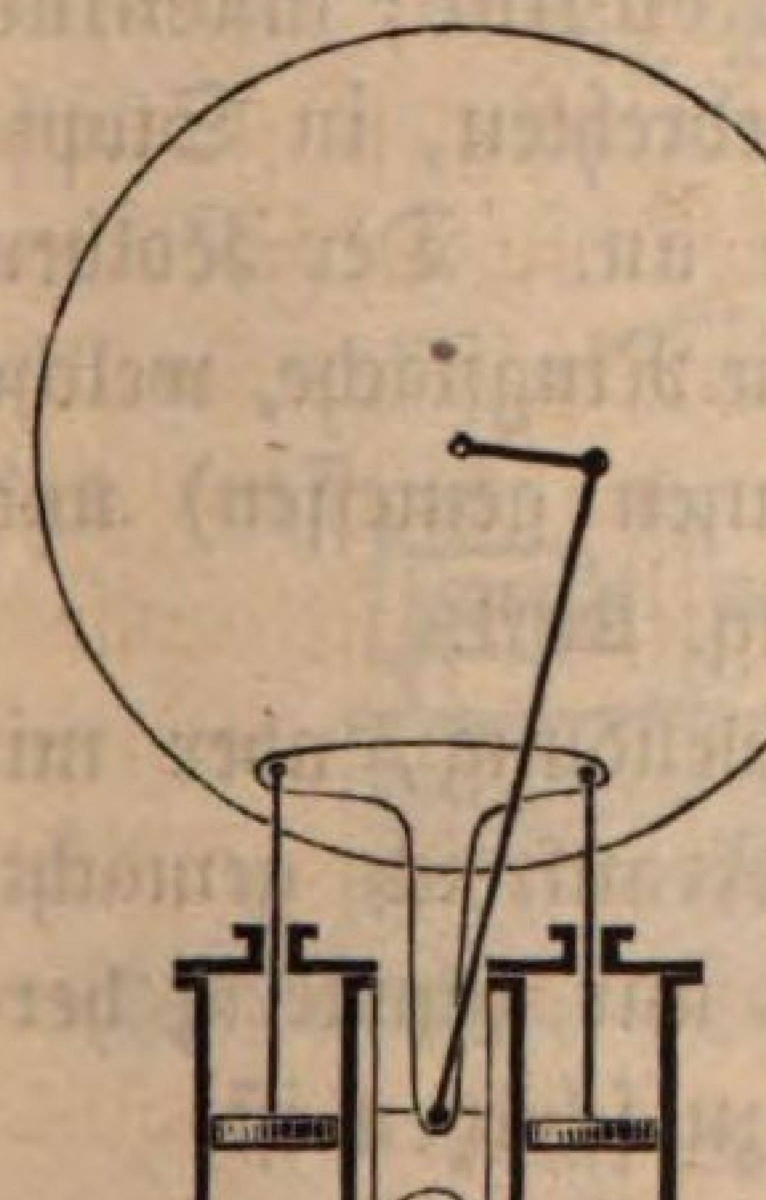


Fig. 242.

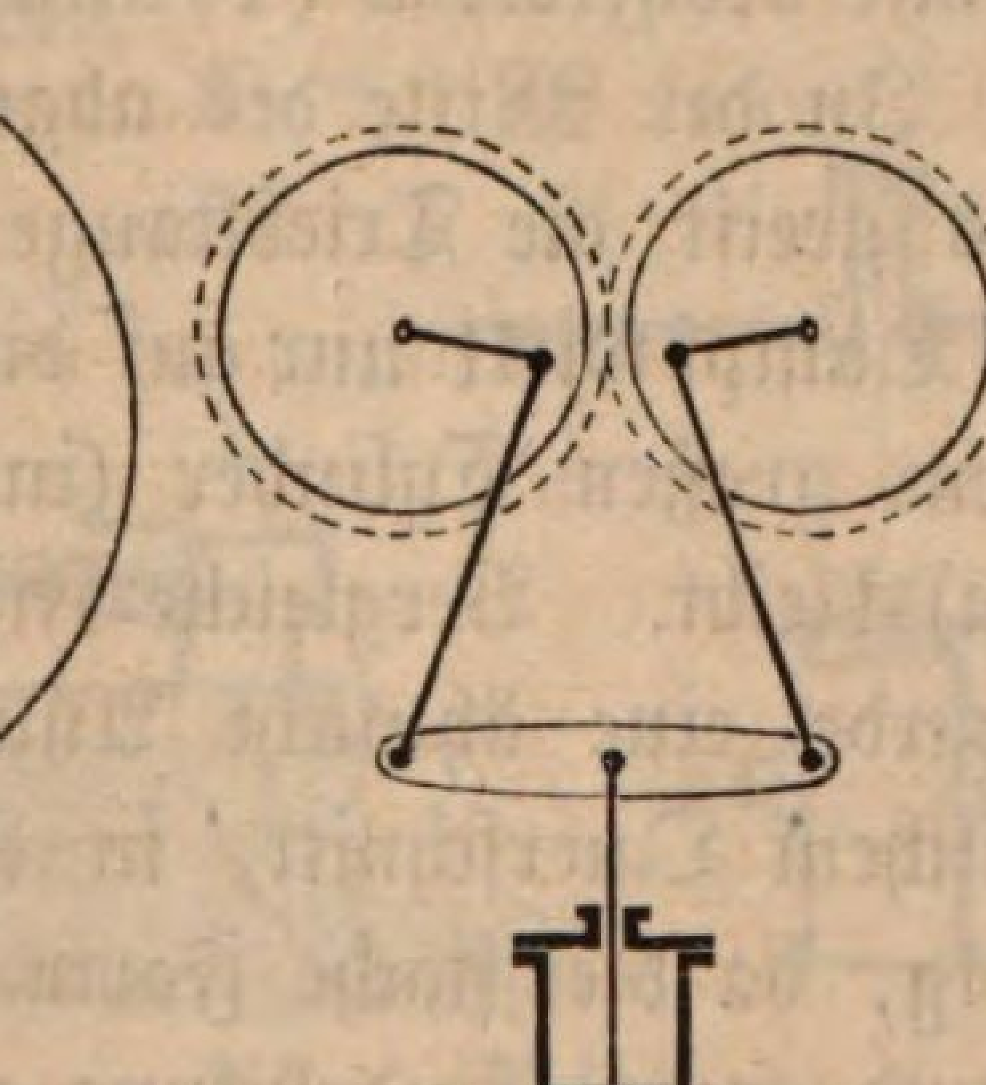


Fig. 243.

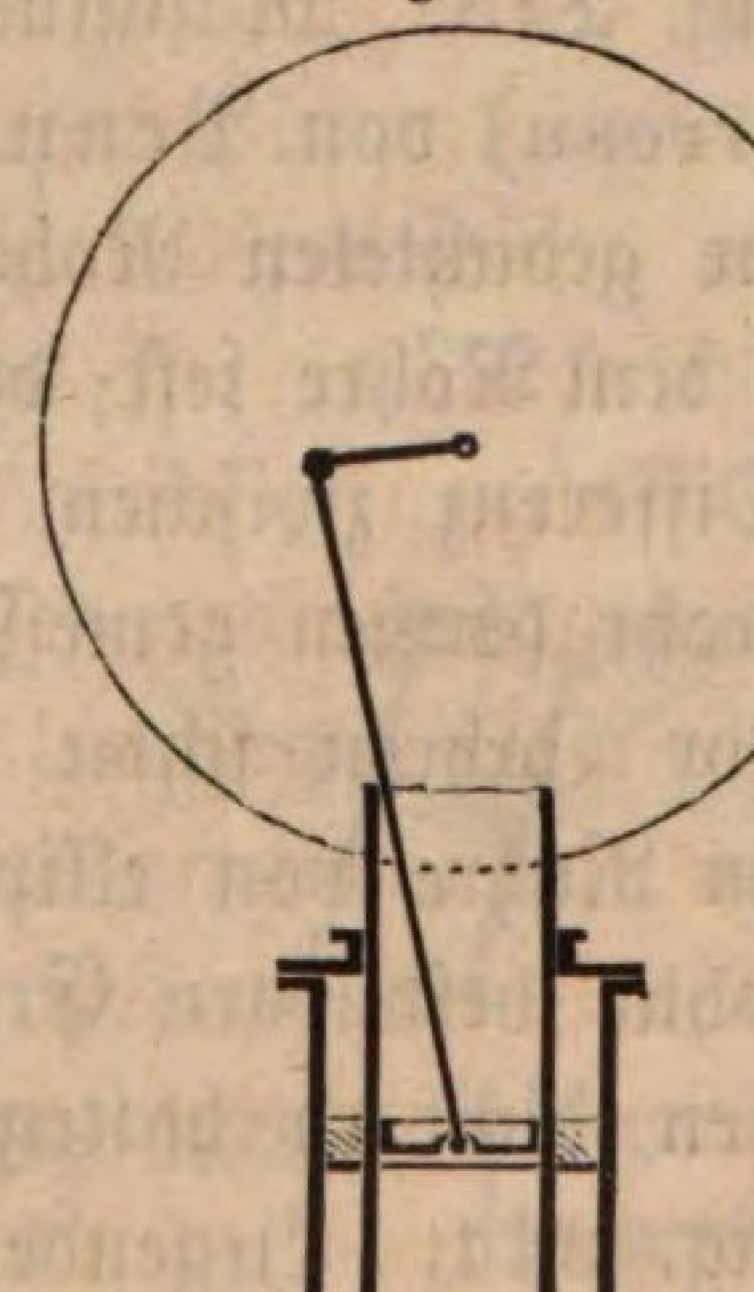
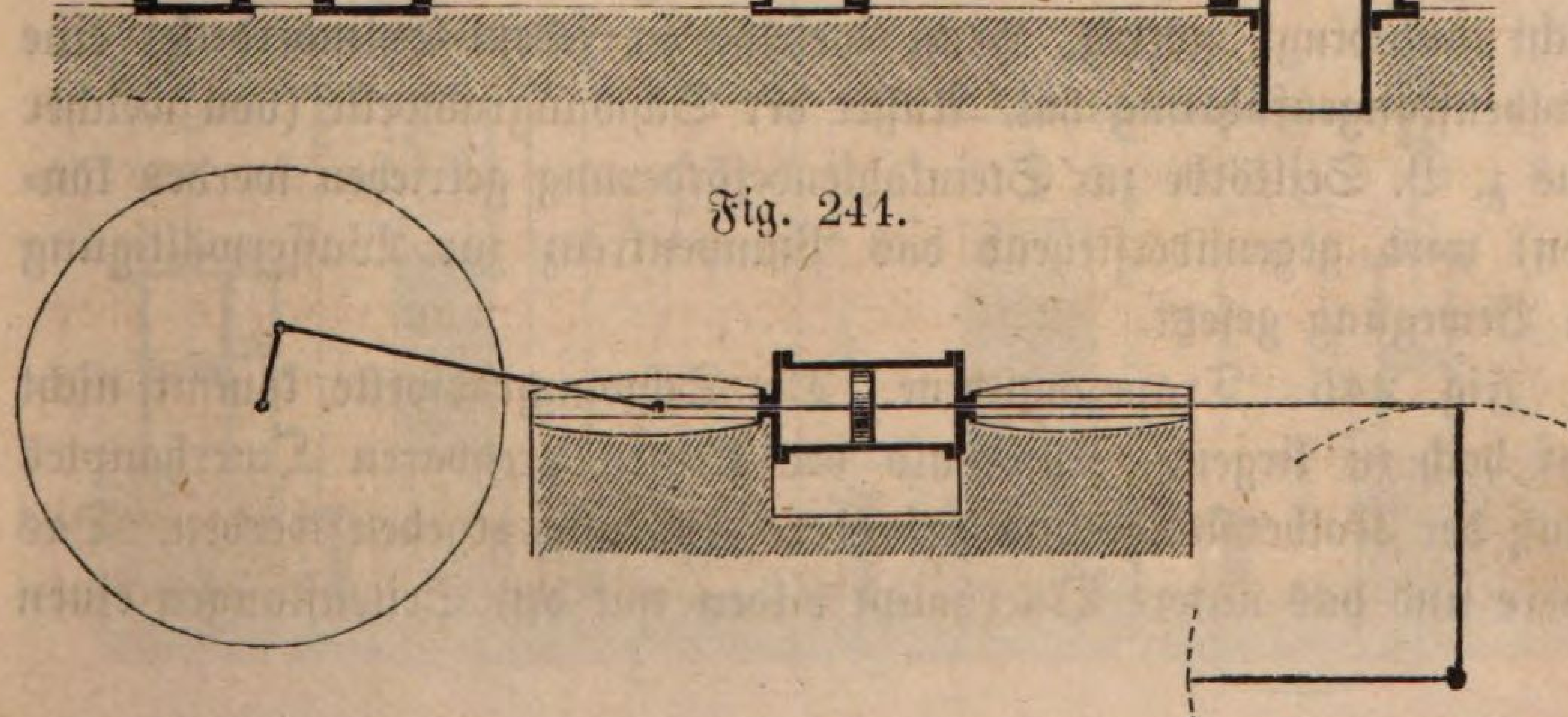


Fig. 244.



der Kolbenstange gehen Streben an einen in Führungen sich bewegenden Bügel mit äußeren Drehzapfen; zwei hier angehängte Triebstangen vereinigen sich im oberen Querhaupte, von welchem aus der Angriff an die Kurbel erfolgt. Gibt geringen Abstand der Schwungradwelle von dem Cylinder.

Fig. 240 Meyer'sche Aufstellung (Fig. 238) mit Gelenkführung; Luftpumpe und beide Wasserpumpen sind sehr praktisch den Lenkern der Geradführung angehängt, in Fig. 204 umgekehrte Aufstellung.

Fig. 241 zeigt die Aufstellung einer Maudslay'schen Schiffsmaschine, und zwar mit zwei Cylindern. Beide Kolbenstangen greifen fest an ein Querhaupt, dessen Winkelschenkel unten eine starke Führung erhält und dort die Triebstange aufnimmt.

Fig. 242. Maschine mit zwei Triebstangen (Stieler), Kurbeln, Rädern und Wellen, von denen die eine, länger als die andere, für die Aufnahme des Schwungrades bestimmt ist.

Fig. 243. Maschine mit Rohrkolben (Trunk engine; machine à fourreau) von Penn. In der Mitte des abgedrehten, in Stopfbüchsen gedichteten Rohres greift die Triebstange an. Der Kolben ist an dem Rohre fest; der Dampf wirkt nur auf die Ringfläche, welche als Differenz zwischen dem großen Cylinder (innen gemessen) und Triebrohr (außen gemessen) bleibt. Vergleiche Fig. 223.

Vor Jahren schon wurde eine ähnliche Anwendung, aber mit flachem Rohre von elliptischem Querschnitt, in Frankreich gemacht, aber ohne besondern Erfolg, da die flache Form nur schwierig herzustellen, dicht zu halten und gegen Eindrückung zu schützen ist.

Fig. 244. Liegende Maschine (s. Fig. 202). Es ist gut, aber nicht unbedingt nöthig, wenn dieselbe in jedem Cylinderdeckel eine Kolbenstangenführung hat. Außer der Schwungradwelle (von welcher aus z. B. Seilkörbe zur Steinkohlenbeförderung getrieben werden können) wird gegenüberstehend das Pumpenkreuz zur Wasserwältigung in Bewegung gesetzt.

Fig. 245. Trapezmaschine. Die Schwungradwelle kommt nicht gar hoch zu liegen. Unterhalb des kleinen drehbaren Querhauptes muß der Kolbenstange eine besondere Führung gegeben werden. Das obere und das untere Querhaupt bilden mit den Seitenstangen einen

Fig. 245. Fig. 246. Fig. 247. Fig. 248.

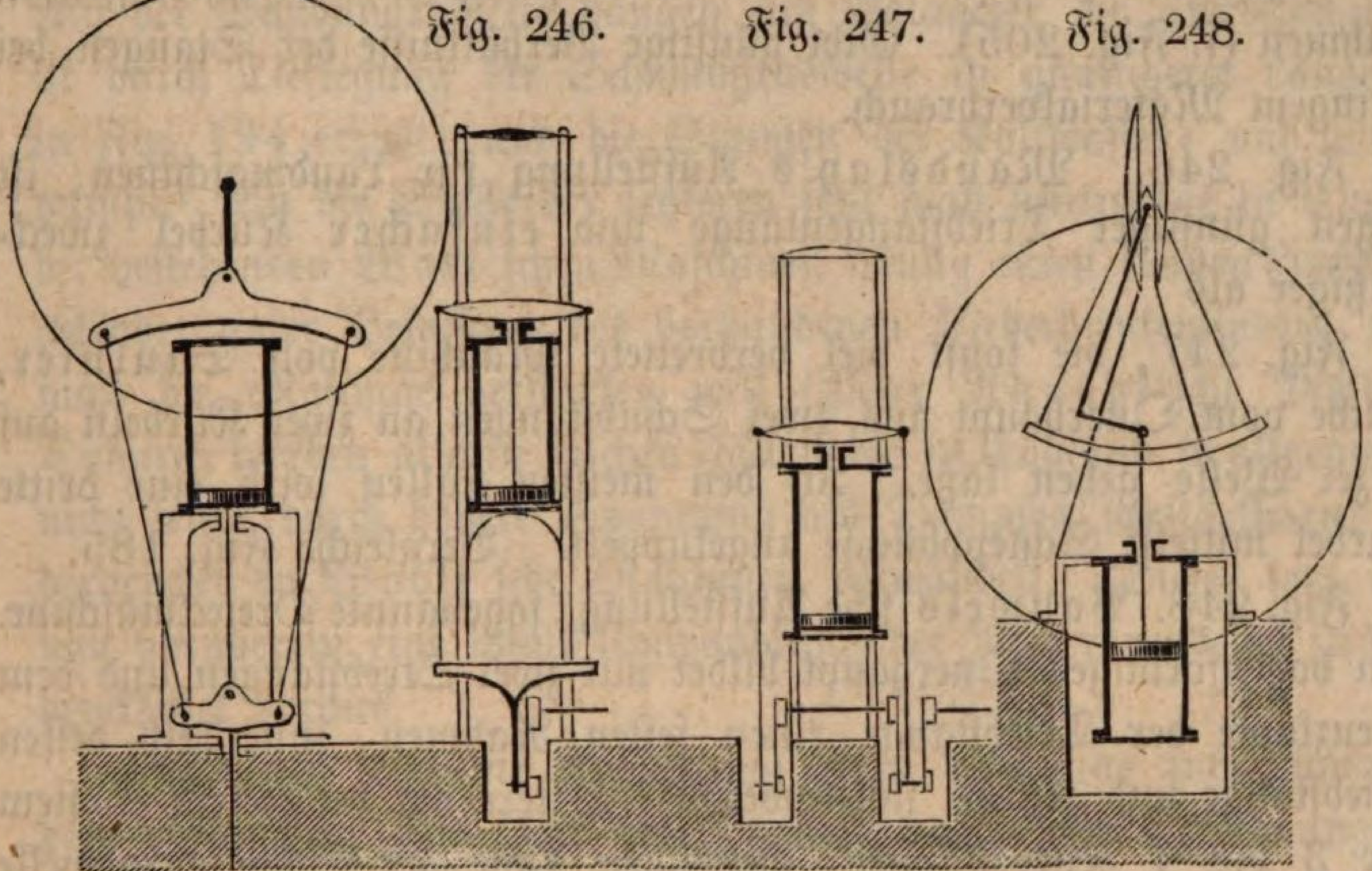


Fig. 249.

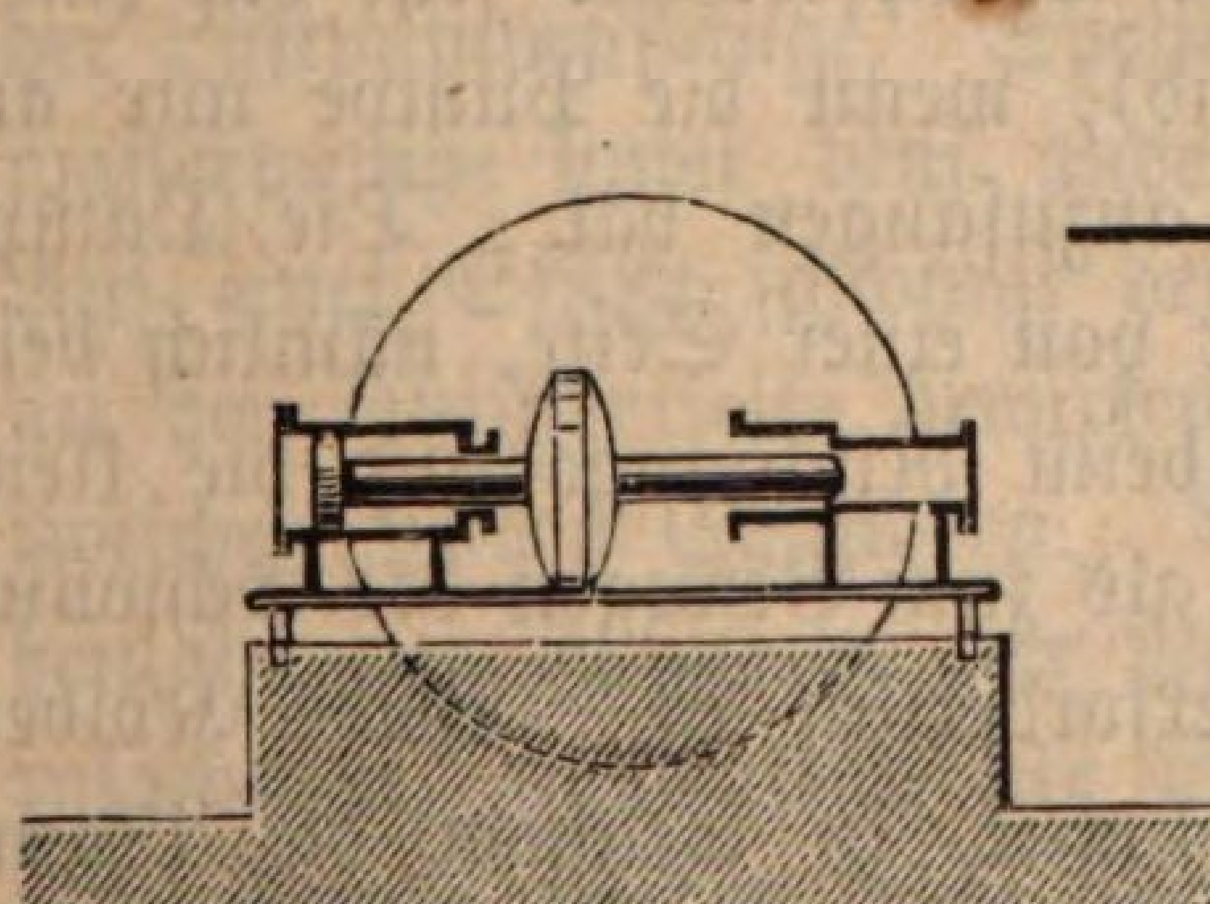


Fig. 250.

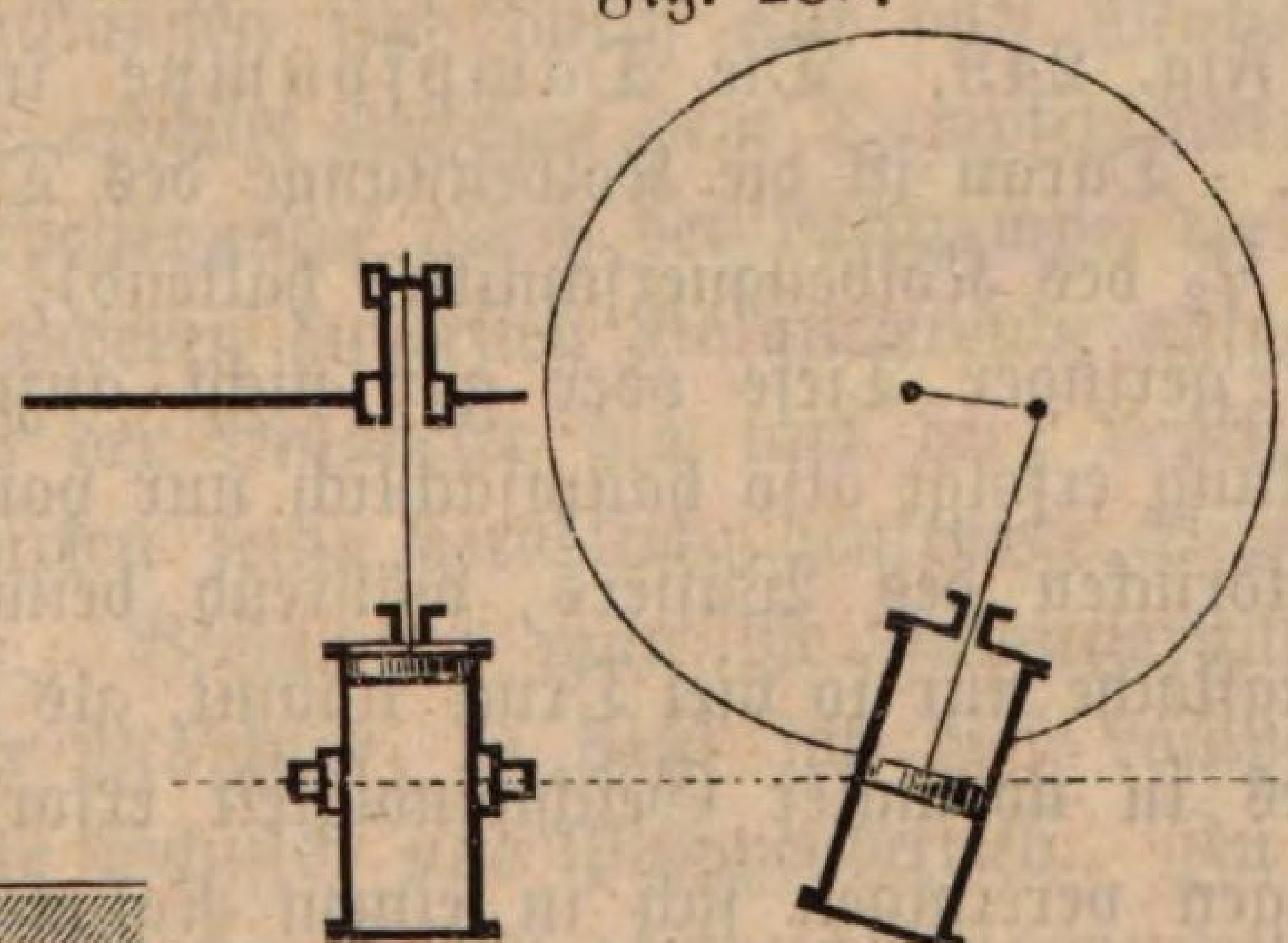
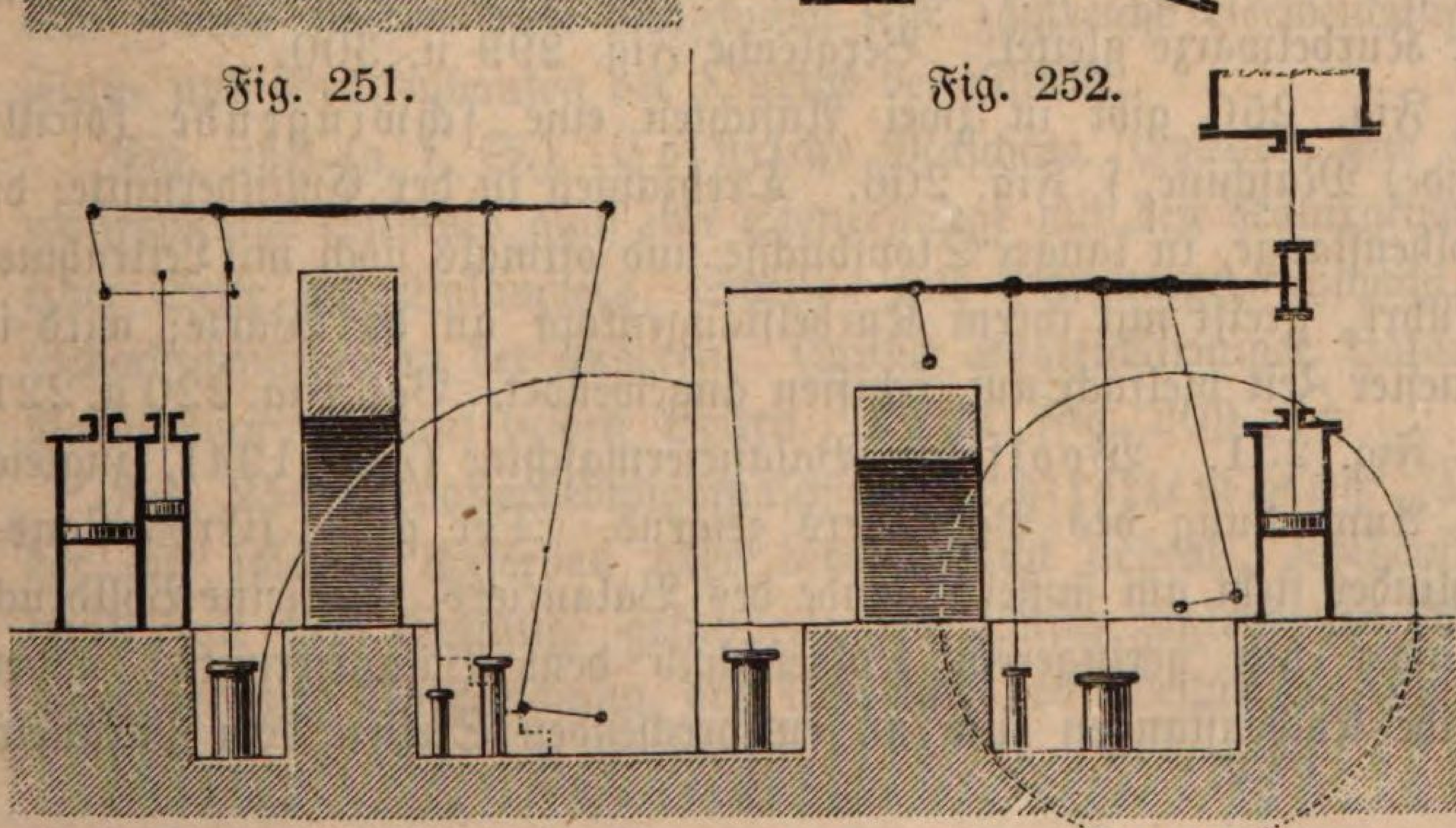


Fig. 251. Fig. 252.



unverschiebbaren, aber um das Kolbenstangenmittel schwingenden Rahmen (s. Fig. 205). Gibt günstige Verhältnisse der Stangen bei geringem Materialverbrauch.

Fig. 246. Maudslay's Aufstellung für Landmaschinen; ist wegen günstiger Triebstangenlänge und einfacher Kurbel zweckmäßiger als

Fig. 247, die sonst viel verbreitete Maschine von Saulnier, welche vom Querhaupt aus zwei Schubstangen an zwei Kurbeln auf kurzer Welle gehen läßt. In den meisten Fällen wird eine dritte Kurbel mittelst Schleppbüchse angekuppelt. Vergleiche Fig. 185.

Fig. 248. Pauwels'sche Aufstellung, sogenannte Dreieckmaschine. Ein bogenförmiges Querhaupt bildet mit zwei Strebstangen und dem Kreuzkopfe der Triebstange einen festen Rahmen, innerhalb dessen Triebstange und Kurbel sich bewegen. Erstere hat bei diesem System nur 3 bis 4 Kurbellängen; mittelhohe Lage der Schwungradwelle und solide Fundamentirung sind eigenthümliche Vorzüge.

Fig. 249. Die Dampfpumpe in einer sehr gebräuchlichen Art. Daran ist die Kolbenstange des Dampfkolbens sehr dick (mehr als $^1/_2$ des Kolbenquerschnittes haltend), wenn die Pumpe nur aus sehr geringer Tiefe oder gar nicht anzusaugen hat. Die Dampfwirkung erfolgt also hauptsächlich nur von einer Seite, nämlich beim Fortdrücken des Wassers, während beim Rückgange auf die kleine Ringfläche nur so viel Druck kommt, als zum Bewegen des Schwungrades in normaler Geschwindigkeit erforderlich ist. Beide Kolbenstangen vereinigen sich in einem Rahmen, in welchem die Pfanne der Kurbelwarze gleitet. Vergleiche Fig. 299 u. 300.

Fig. 250 gibt in zwei Ansichten eine schwingende (oscillirende) Maschine, s. Fig. 206. Drehzapfen in der Cylindermitte; die Kolbenstange, in langer Stopfbüchse und oftmals noch mit Leitrahmen geführt, greift mit ihrem Kurbelstangenkopf an die Warze; wird in neuester Zeit vielfach auf Schiffen angewendet. Vgl. Fig. 220 u. 221.

Fig. 251. Woolf'sche Balanciermaschine (Fig. 194), zugleich die Anwendung des Balanciers zeigend. Der große (Expansions-) Cylinder steht am äußeren Ende des Balanciers, der kleine Volldruckcylinder mit geringerem Kolbenschub dem Balanciermittel näher. Beide Kolbenstangen sind an entsprechenden Stellen dem Parallelo-

gramme angehängt, ebenso die Luftpumpenstange an der Cylinderseite. Auf der Schwungradseite hängen am Balancier die Triebstange (sie ist durch Tieflegung der Schwungradwelle in günstigerer Länge als in Fig. 194 erzielt) und die Stangen der Kaltwasser- und Speisepumpe. An die Stelle der letzteren setzt man heutzutage in England bei bestehenden Watt'schen Maschinen häufig einen kleinen Hochdruckcylinder unter Belassung des vorhandenen Niederdruckcylinders, wenn man die Maschine verstärken will (Mac Naught'sche Methode). Dadurch werden also in solchen Fällen die in England so allgemeinen, nicht leicht durch höhere Spannung des Dampfes verstärkbaren Niederdrucker in Woolf'sche Maschinen verwandelt. Dieses setzt indeß von vornherein eine totale Umwandlung der Niederdruckkessel in Hochdruckkessel voraus.

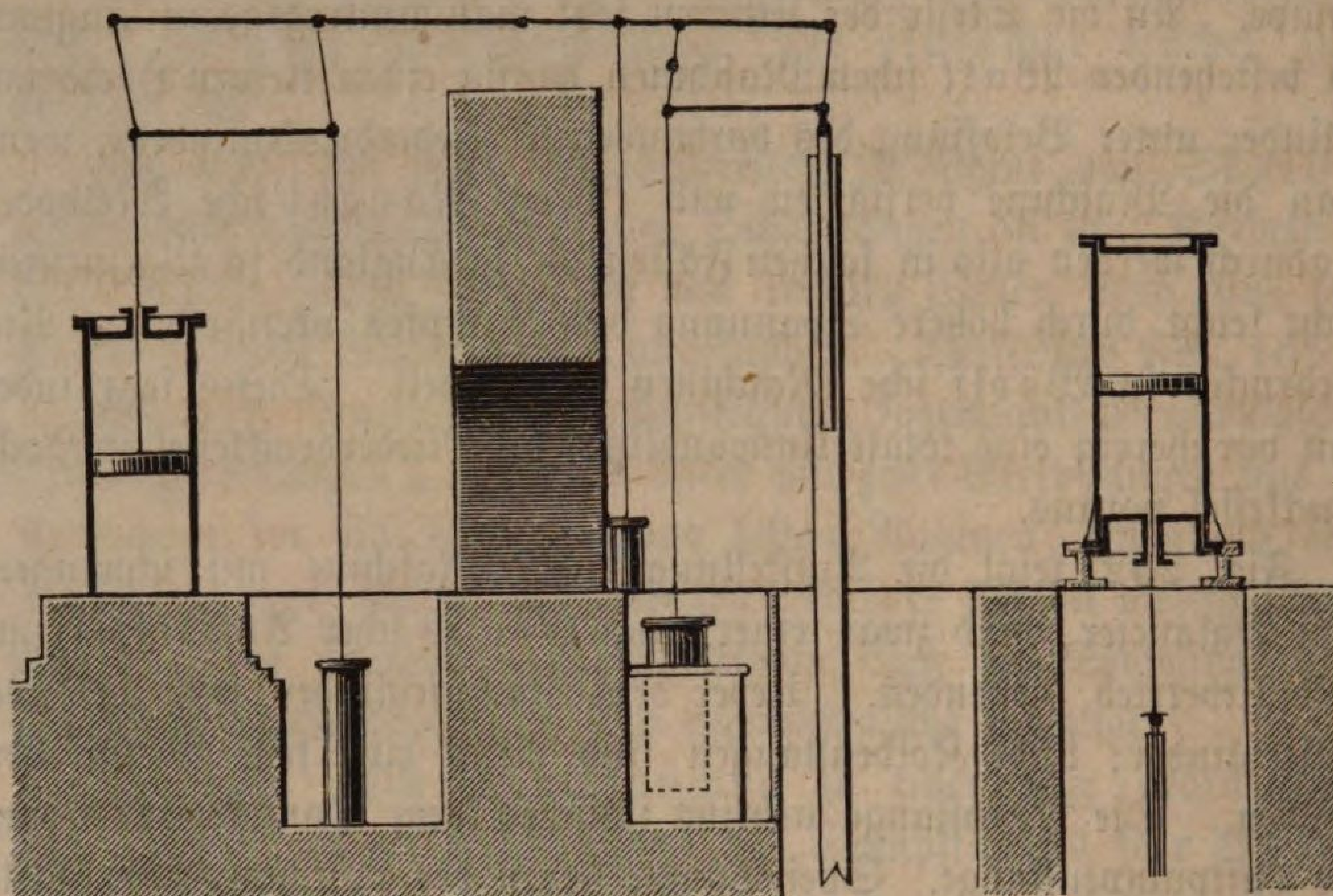
Fig. 252 zeigt die Aufstellung einer Maschine mit schwingendem Balancier, und zwar einer nach Evans'scher Anordnung zum Gebläsebetrieb dienenden. Ueber dem Dampfcylinder steht der Gebläsecylinder; beide Kolbenstangen sind durch eine feste Muffe verbunden. Die Triebstange arbeitet zwischen dem Dampfcylinder und der Luftpumpenstange. Speisepumpe neben der Luftpumpe, die Kaltwasserpumpe unter dem anderen äußersten Balancierende aufgestellt. Auf einer Stütze schwingt der Balancier hin und her, Lenkstangen an der Cylinderseite bewirken seine geradlinig senkrechte Bewegung zwischen beiden Cylindern. Verlängert man die Balancierstütze bis beinahe zur Fußplatte der Maschine, so baut sich diese compendiös zusammen, namentlich für Schiffs- und Pumpenbetrieb. Zu letzterem Zwecke fanden diese Maschinen sehr zahlreiche Verwendung bei Fluß- und Brückenbauten der Ourthe bei Lüttich.

Fig. 253 (a. f. S.). Cornische Maschine. Cylinder und Kaltwasserpumpe (oftmals auch nur Steuerstange mit den Katarakten) an einer Seite des Balanciers, Speise- und Luftpumpe, Schacht und Schachtgestänge an der anderen. Großer ungleicharmiger Balancier, Parallelogramm auf beiden Seiten. Vergl. Fig. 209.

Fig. 254. Wasserhebungsmaschine mit direktem Zug. Cylinder auf solidem Unterbau über dem Schacht stehend, Kolbenstange direkt mit dem Gestänge gekuppelt, wo häufig zugleich ein Gegenbalancier zur Ausgleichung der Ueberlast des Gestänges eingelenkt

ist, oder ein bloß zum Betriebe der Luftpumpe und der anderen Apparate dienender Balancier liegt. Vergl. Fig. 216. Der frische Dampf

Fig. 253. Fig. 254.



wird unter den Kolben gelassen, entwickelt also seine Kraft durch direktes Auftreiben des Dampfkolbens mit seiner Last.

194. Ueber die einzelnen Theile der Maschinen sollen nun noch, sowie im zweiten Kapitel von denen der Dampfkessel, nähere Beschreibung sowie Bemerkungen über deren guten normalen Zustand gegeben werden.

a. Das Dampfrohr (steam-pipe; tuyeau à vapeur). Vergleiche 84. In der Regel ist dessen Durchmesser $^1/_5$ von dem des Dampfkolbens, sein Querschnitt also $^1/_{25}$ von der Kolbenfläche. Je nach der Größe des Durchmessers und der Dampfspannung wird die Stoffdicke genommen; gußeiserne haben selten unter $^3/_8$ Zoll Wandstärke bei 7 bis 8 Fuß (2,5^m) Länge der einzelnen geraden Röhren. Die Dicke der Flantschen soll $^6/_5$ von der Röhrendicke, vermehrt um $^1/_4$ Zoll, betragen. Der Rand soll gegen den äußeren Umfang des Rohres vorspringen

bei $^1/_2$zölligen	(13^{mm})	Schrauben	= $1^3/_8$	Zoll	(36^{mm})
„ $^5/_8$ „	(16^{mm})	„	= $1^5/_8$	„	(42^{mm})
„ $^3/_4$ „	(20^{mm})	„	= 2	„	(52^{mm})

wenn die Muttern sich insbesondere in Berücksichtigung der schrägen Verstärkung zwischen Flantsche und Rohr noch gut drehen lassen sollen.

Röhren unter 2 Zoll (52^{mm}) im lichten Durchmesser bekommen 3 Schrauben,

Röhren über 2 Zoll im lichten Durchmesser bis zu 5 Zoll (130^{mm}) bekommen 4 Schrauben,

Röhren über 5 Zoll (130^{mm}) im lichten Durchmesser bis zu 8 Zoll bekommen 5 Schrauben,

Röhren über 8 Zoll (210^{mm}) im lichten Durchmesser bis zu 11 Zoll (288^{mm}) bekommen 6 Schrauben.

Die Dicke der Verbindungsschrauben wird gewöhnlich gleich $^6/_5$ der Stoffdicke, vermehrt um $^1/_6$ Zoll, genommen.

Als Zwischenlagen für die Flantschenverbindung werden sowohl eiserne mit Hanf und Oelkitt bewickelte Kränze genommen, als auch verschiedene andere Körper oder Kitte. Die bewickelten Ringe finden Anwendung bei nicht abgerichteten Flantschen und da, wo der Stoß der Röhren ungleiche Dicke der Zwischenlage durchaus erfordert.

Man sollte aber niemals Röhren mit rauhen, unabgerichteten Flantschen verwenden, denn die unausbleiblichen Undichtheiten und Dampfverluste übersteigen im Kostenpunkte gar bald die Beträge fürs Abdrehen und Abfeilen, aller weiteren Unannehmlichkeiten nicht zu gedenken. Auch soll die ganze Ringfläche, und zwar genau normal zur Rohrachse abgerichtet sein. In die Flächen, und zwar innerhalb der Schraubenlöcher, müssen 3 bis 4 concentrische feine Furchen eingedreht oder eingemeißelt sein, um dem Kitt Halt zu geben.

Brauchbare Zwischenmittel für geebnete Flantschen sind:

Dickgekochtes Leinöl ohne Zusatz.

Dicker steifer Mennigkitt; wird wulstförmig ausgerollt und in nicht zu dicker Lage zwischen Schraubenlöcher und Rohrhöhlung gelegt, oder auch mit einem breiten Messer auf eine der beiden Flantschen messerdick aufgestrichen und in denselben 2 bis 3

Ringe guten Bindfaden eingelegt; verbreitet sich beim Zusammenschrauben auf der ganzen Fläche, erfordert sorgsame Behandlung, ist dann aber auch vorzüglich haltbar.

Derselbe Kitt auf Ringe aus Messingdrahtgewebe (26 bis 28 Drähte pro Zoll) geknetet und verschraubt, wird durch die Maschen sehr gut festgehalten, gibt eine dauerhafte Dichtung.

Bleiringe aus Bleiplatten gestanzt, mit Leinöl oder dünnem Kitt berieben.

Kupferringe von 3 bis 4^{mm} Durchmesser des Drahtes in tiefere Furchen der Flantschen eingelegt und kräftig verschraubt. Sicheres Mittel, um Dampfheizungen bewohnter Räume von dem bösen Dunste aller Kitte frei zu halten.

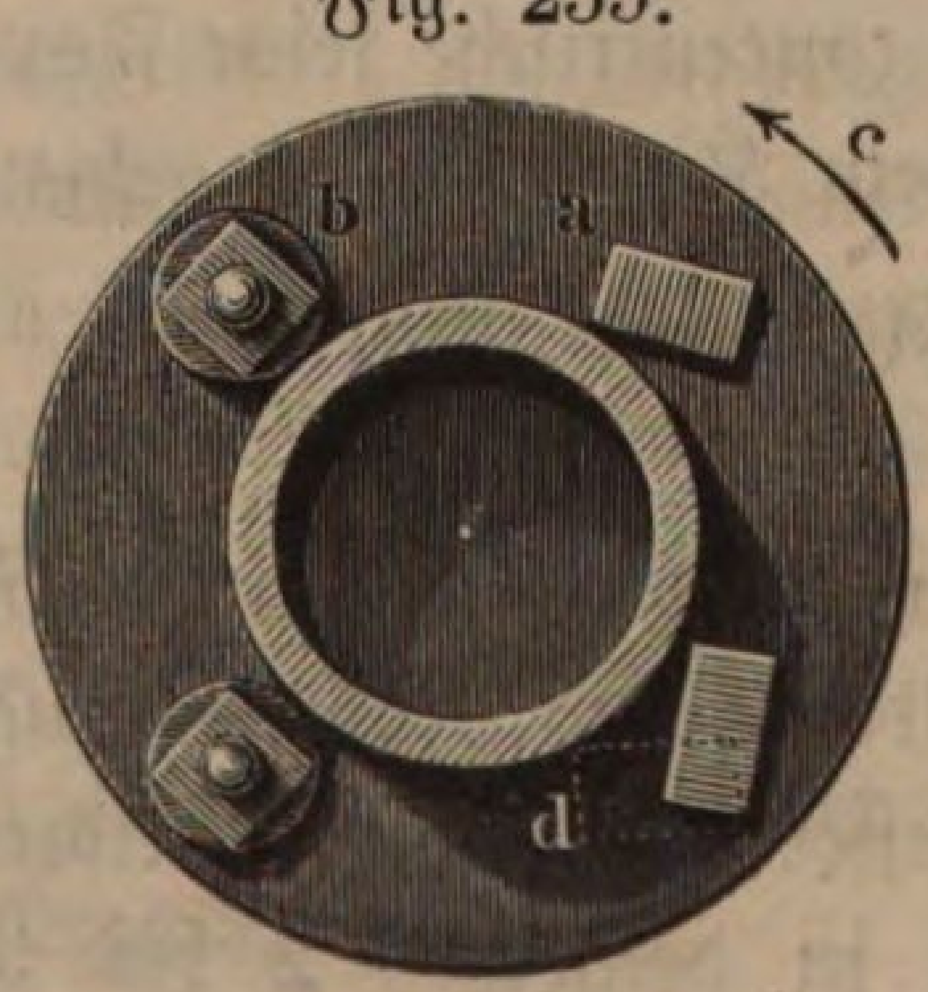
Vulkanisirte Kautschukscheiben oder Ringe bewirken eine reinliche, rasche und fast unvergängliche Dichtung.

Der unter dem Namen Mastic Serbat bekannt gewordene (Braunstein-) Kitt erhärtet sehr bald in der Hitze und ist wie der Mennigkitt in dickem oder durch Leinöl verdünntem Zustande anwendbar.

Eine gute Verbindung der Flantschenröhren ohne Kitt (an Stellen, die dem Feuer ausgesetzt sind) ist die, wo beide Rohrenden etwas konisch erweitert ausgebohrt sind, und zwischen beide ein kupferner, eiserner und stählerner Ring, der äußerlich doppelt konisch gedreht ist, eingelegt und die Rohrenden auf den Konus fest aufgezogen werden.

Man thut wohl, den Rohrschrauben einen einseitig länglichen Kopf zu geben, wie Fig. 255 bei *a* zeigt. Dreht man die Mutter *b*, so wie es das Schraubengewinde verlangt, in der Richtung des Pfeiles *c*, so kann sich der Schraubenstift oder Bolzen nie mit herumdrehen, weil der Kopf sich auf den Umfang des Rohres legt. Beim Losdrehen einer solchen Schraube kann nun zwar dieselbe eine halbe Umdrehung machen, dann aber sitzt sie wiederum fest, so wie es bei *d* punktirt gezeichnet ist.

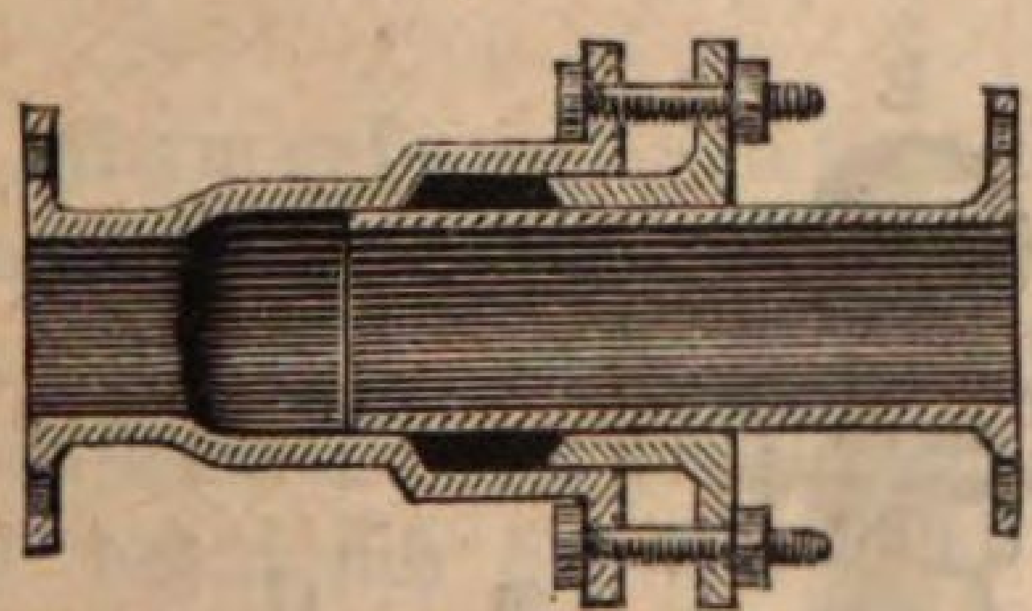
Fig. 255.



Bei rauhen Flantschen und da, wo der Schraubenstift etwas schief gegen dieselben steht, müssen Vorsteck- oder Unterlegscheiben angewendet werden. In Gußeisen geschnittene Gewinde sollten nie bei Röhrenverbindungen, überhaupt möglichst selten bei Dampfmaschinen und nie dort vorkommen, wo die Schrauben häufig gelöst werden, weil sie zu leicht ausbrechen, wenn man nicht besonders vorsichtig damit umgeht. — Die Länge der einzelnen gußeisernen Dampfrohre muß so groß als thunlich sein, 5 bis 7 Fuß (circa 2^{m}), und nach Möglichkeit noch mehr. Krümmungen und Kniestücke sind wo möglich zu vermeiden; wo sie vorkommen, sollen sie nach einem nicht zu kleinen Radius gebogen sein.

195. Bei langen Röhrenfahrten ist die Ausdehnung des Metalls durch die Wärme zu berücksichtigen, und den möglichen Nachtheilen derselben entgegen zu arbeiten. Hierzu dienen die Compensatoren, von deren einem Fig. 256 einen Längendurchschnitt gibt.

Fig. 256.



Ein solcher Compensator wird am schnellsten erklärt, indem man ihn als eine Stopfbüchse betrachtet, die ein erweitertes Rohr über dem eingeschobenen bildet; eine Stopfbüchsbrille mit Zugschrauben preßt die Hanfpackung dampfdicht zusammen. Das eingeschobene Rohrstück soll entweder aus Messing gegossen oder von Kupfer sein, damit es nicht in der Packung festrosten könne. Sowie die Rohre heiß und dadurch ausgedehnt werden, schiebt sich das dünnere Rohr in das andere hinein, und rückt aus demselben heraus bei der Erkaltung der Rohre. Oft findet man bei Rohrleitungen Flantschen und Rohransätze abgebrochen; den Grund davon wird man gewöhnlich in dem Mangel eines Compensators finden können.

Kupferne und bleierne Rohre dehnen sich zwar stärker aus als die eisernen; doch kann man denselben leicht solche Biegungen geben, daß diese eine Bewegung und Ausdehnung zulassen.

Man bewerkstelligt jetzt häufig die Compensation durch Einsetzen eines hufeisenförmig gebogenen Kupferrohres 1 in die Röhrenfahrt zwischen die eisernen Rohre 2 und 3, Fig. 257 (a. f. S.); auch nach Fig. 258 durch Einschalten von gewölbten, vernieteten Blechscheiben.

Ein Nachtheil dieser beiden und aller nach demselben Princip construirten Compensatoren beruht in dem Umstande, daß der Dampf-

Fig. 257.

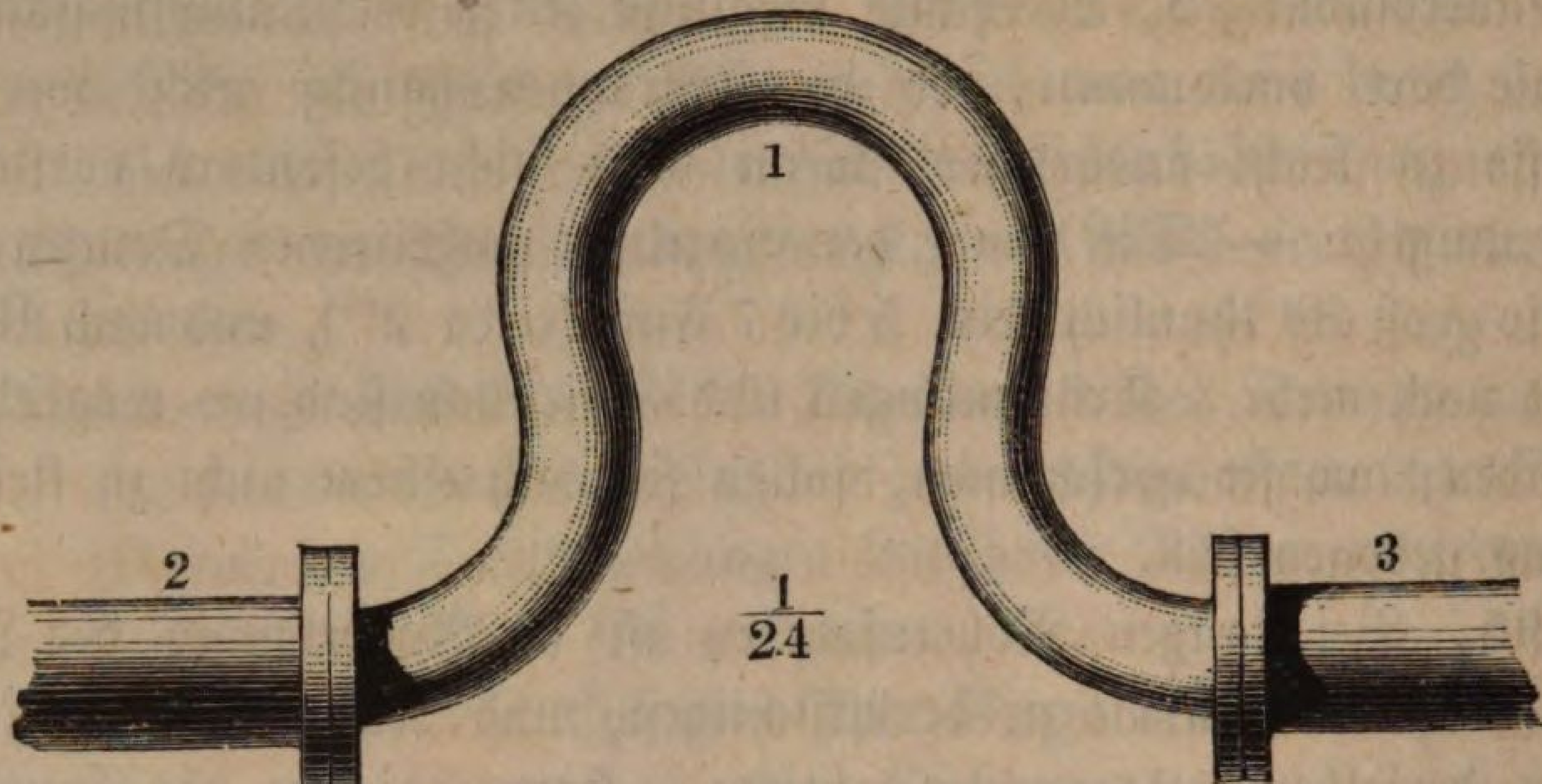


Fig. 259.

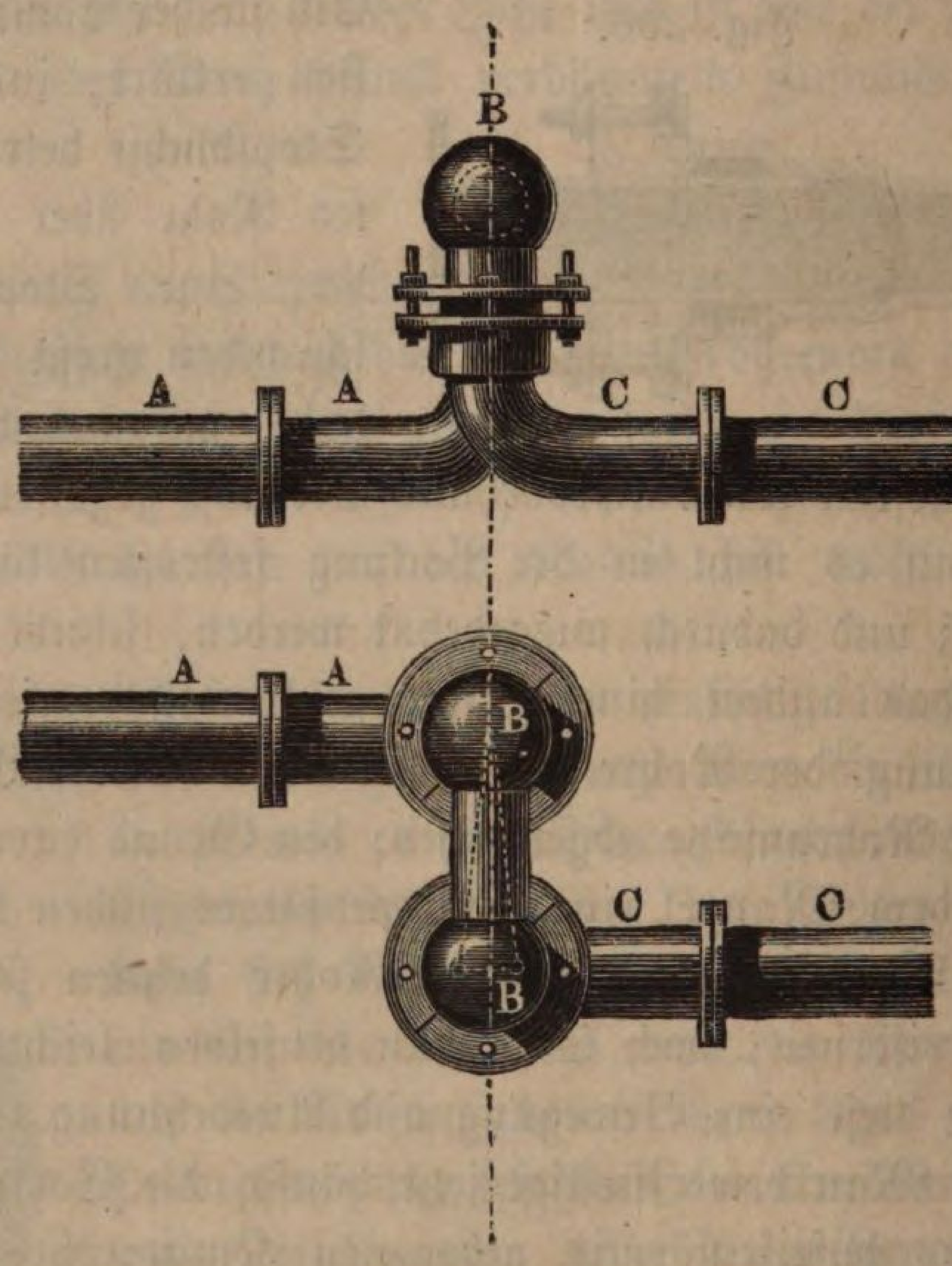
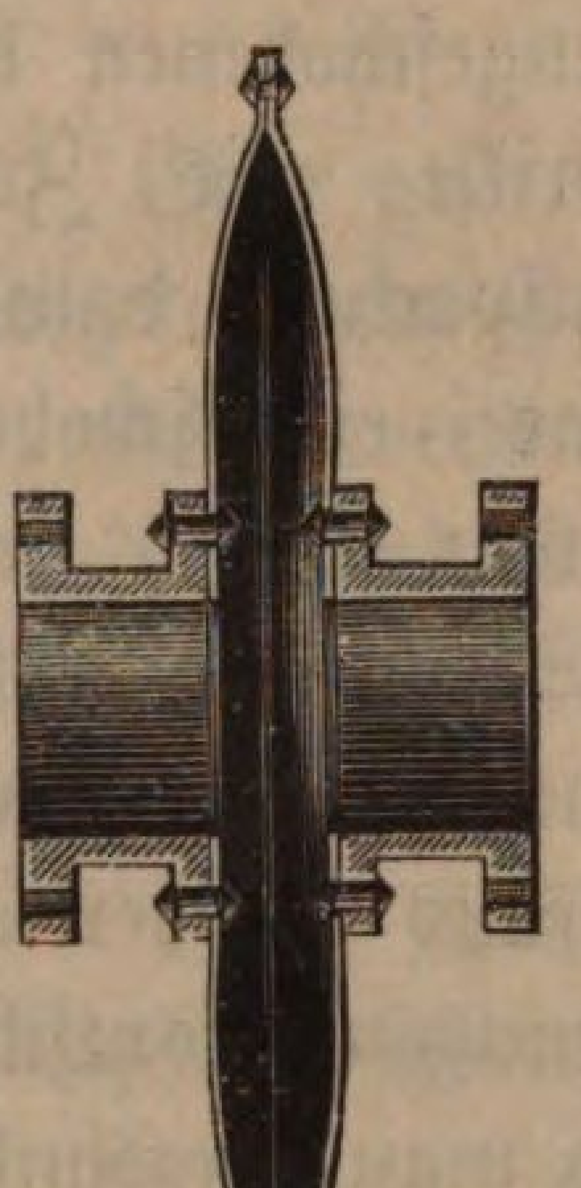


Fig. 258.



druck vermöge der Nachgiebigkeit des Compensators denselben mit großer Kraft auseinander zu treiben sucht, ohne daß diesem Bestreben

ein genügender Widerstand entgegenträte. Deshalb haben solche Compensatoren nicht selten den Bruch von Endflantschen geradezu begünstigt, anstatt demselben vorzubeugen, so daß an manchen Orten die Maschinenwärter geradezu den Compensator festklemmten, um ihn unschädlich zu machen, wobei er dann auch wirkungslos wird. Einen Compensator, welcher ganz frei von diesem Fehler ist, stellt Fig. 259 dar. *B B* sind zwei parallele Stopfbüchsen, welche rechtwinklig auf die Röhrenfahrt gerichtet sind, und in derselben vermöge des Stückes *B B* ein leicht bewegliches Knie einschalten, welches z. B. dem Rohre *C C* die bei *B* angedeutete Verschiebung gegen das Rohr *A A* gestatten. Die Brillen der beiden Stopfbüchsen sind hälftig construirt (s. den Grundriß), um über schmale an den Rohr-Enden bei *A* und *B* vorstehende Ränder gebracht werden zu können. Letztere setzen dem Dampfdrucke, welcher das Knie nach oben aus den Büchsen zu treiben sucht, den nöthigen Widerstand entgegen. Für den Durchgang des Condensationswassers ist bei diesem Compensator noch Sorge zu tragen.

Anmerkung. Ein Gußeisenstab dehnt sich, von 0 bis 100° Celsius erwärmt, um $^1/_{901}$ der Länge aus, die er bei 0° hat. Eine Röhrenfahrt von 901 Fuß, Zoll u. s. w. Länge im kalten Zustande würde, mit atmosphärischem Dampf gefüllt, also = 902 Fuß, Zoll u. s. w. lang sein. Ueber 100° dehnt sich das Gußeisen stärker aus, und zwar für Dampf von 4 Atmosphären von 145,4° circa $^1/_{450}$. Blei dehnt sich bis 100° um $^1/_{351}$, Kupfer um $^1/_{550}$, letzteres von 0° bis 300° um $^1/_{177}$ aus.

196. Die Dampfröhren strahlen leicht eine große Menge Wärme aus, wenn man sie in dieser Hinsicht nicht schützt. Man hat mancherlei Schutzmittel — immer Umhüllungen der Röhren — versucht, von denen dem einen hier, dem anderen dort eine bessere Wirkung zugeschrieben wurde. Vor einigen Jahren wurde eine besondere hauptsächlich aus Letten und Kälberhaaren bestehende Masse, die sogenannte Pimont'sche Masse, als besonders wirksam empfohlen; dieselbe wurde feucht etwa $2^1/_2''$ (65^{mm}) dick um die Röhren geschlagen. Zu ihrer Prüfung hat die Industriegesellschaft in Mühlhausen sehr dankenswerthe entscheidende Versuche anstellen lassen, bei welchen außer den unverhüllten Röhren fünf Schutzmittel in vergleichenden Versuchen geprüft wurden, nämlich

a. die genannte Pimont'sche Masse,
b. Filz, mit Kautschuk getränkt, umgelegt und festgeschnürt,
c. Baumwollabfälle, 2″ dick aufgelegt und mit Packtuch umnäht,
d. Thonröhren, durch Drähte festgehalten, mit Letten und Häcksel umgeben und mit Strohseilen umwickelt,
e. Stroh, 6 bis 7‴ (15ᵐᵐ) dick schlicht aufgelegt und mit Strohseilen umwickelt,
f. wie gesagt unverhüllte Gußeisenrohre.

Man fand bei einer Dampfspannung von $1^1/_8$ bis 2 Atm. folgende interessante Resultate:

Umhüllungsart	10□′ Rohroberfläche lieferten pro Stunde an condensirtem Wasser	1□′ Umhüllungsmasse kostet
a. Pimont'sche Masse . . .	3,17 Pfd.	22 Sgr.
b. Filz	3,01 „	$1^7/_{12}$ „
c. Baumwollabfälle . . .	2,73 „	2 „
d. Thonröhren	2,11 „	$7^1/_8$ „
e. Stroh	1,93 „	$2^1/_{12}$ „
f. Unverhülltes Rohr . . .	5,59 „	—

Wie man sieht, liefert die Pimont'sche Masse die allerschlechteste und theuerste Umhüllung. Verhältnißmäßig am allerbesten ist die Stroh-Umhüllung. Wir empfehlen dieselbe also aufs angelegentlichste. Will man das Aussehen der umhüllten Röhren gut haben, so umwickle man die Strohlage noch mit dicker Schnur in regelmäßiger dichter Windung.

Röhren, die aus Albanschem Kessel Dampf von 6 Atm. Ueberdruck, also von 166,5° C. Temperatur, fortleiteten, wurden mit drei Lagen von gewöhnlichem, kräftigem Packpapier umwickelt, dieses durch dünnen Bindedraht befestigt. Nun konnte man sie dreist mit der Hand umfassen und halten. Baldige Zerstörung des Papiers stellte sich nicht ein.

Von der Wichtigkeit des Umhüllens kann man sich nach folgender Rechnung eine Vorstellung machen. Nimmt man die Ersparniß an Condensationswasser zu 4 Pfd. pro 10 □′ an, so entsprechen diese einer Ersparniß von 1100 Wärmeeinheiten, diese ungefähr 0,6 Pfd. Steinkohlen pro Stunde, pro 12 Stunden 7,2 Pfd., und für das Jahr zu 300 Arbeitstagen 2160 Pfd. Steinkohlen, welche bei einem Kohlenpreis von 8 Sgr. pro Centner einen Geldwerth von 172 Sgr. vorstellen, was auf den Quadratfuß $^{172}/_{10}$ oder nahe 17 Sgr. ausmacht. Bei einer Rohrleitung von 2000□′ Oberfläche ergibt dies eine jährliche Ersparniß von 2000 . 17 Sgr. oder circa 1100 Thaler, während die einmalige Anschaffung der Strohumhüllung 2000 × $2^1/_{12}$ Sgr. oder nicht ganz 140 Thaler kostet. Mehr brauchen wir wohl kaum zur Empfehlung der Umhüllung der Dampfröhren anzuführen.

Das sich trotz dem Schutze condensirende Wasser muß durch passend angebrachte Hähne abgelassen werden. Bei großen Leitungen sind sehr zu empfehlen die weiter unten (Schluß des achten Kapitels) zu besprechenden selbstthätigen Entwässerungsvorrichtungen.

197. Im Maschinenlocal hat man oft ein zweites Manometer. Der Maschinenbauer wird stets dafür Sorge tragen, es an einer recht hellen Stelle anzubringen. Bei allen Hochdruckmaschinen muß sich ein Abschlußventil für den zuströmenden Dampf befinden, oder die Expansionsvorrichtung muß, von der Hand bewegt, diesem Zweck entsprechen können. Wiederum auch kann man ein Absperrventil zur Expansion benutzen, ähnlich, wie es bei Fig. 190 und 191 erklärt wurde.

Die Niederdruckmaschinen werden hauptsächlich dadurch abgestellt, daß man die Einspritzung des kalten Wassers aufhebt, wodurch im Condensator Gegendruck entsteht; deshalb bedarf es dabei eigentlich keiner solchen Vorrichtung, man mäßigt nur den Dampfzufluß durch Schließen der Drosselklappe. Man kann aber zur gänzlichen Abschließung der Maschine vom Kessel genöthigt werden, und für solchen Fall ist doch ein Absperrventil erforderlich. Die freie Oeffnung des Ventils muß etwas größer sein als der Querschnitt der Dampfleitung. Weil ein solches Ventil, wenn es geschlossen ist, eine bedeutende Pressung durch den darüber stehenden

Dampf erfährt, so versieht man dessen Stange gewöhnlich mit einer besonderen Hebevorrichtung, die dem Wärter das Oeffnen des Ventils erleichtert.

Ein Absperrventil von zweckmäßiger Einrichtung zeigt Fig. 260. Das Ventil 0 stützt sich auf einen erhöhten Wulst, der mit dem

Fig. 260.

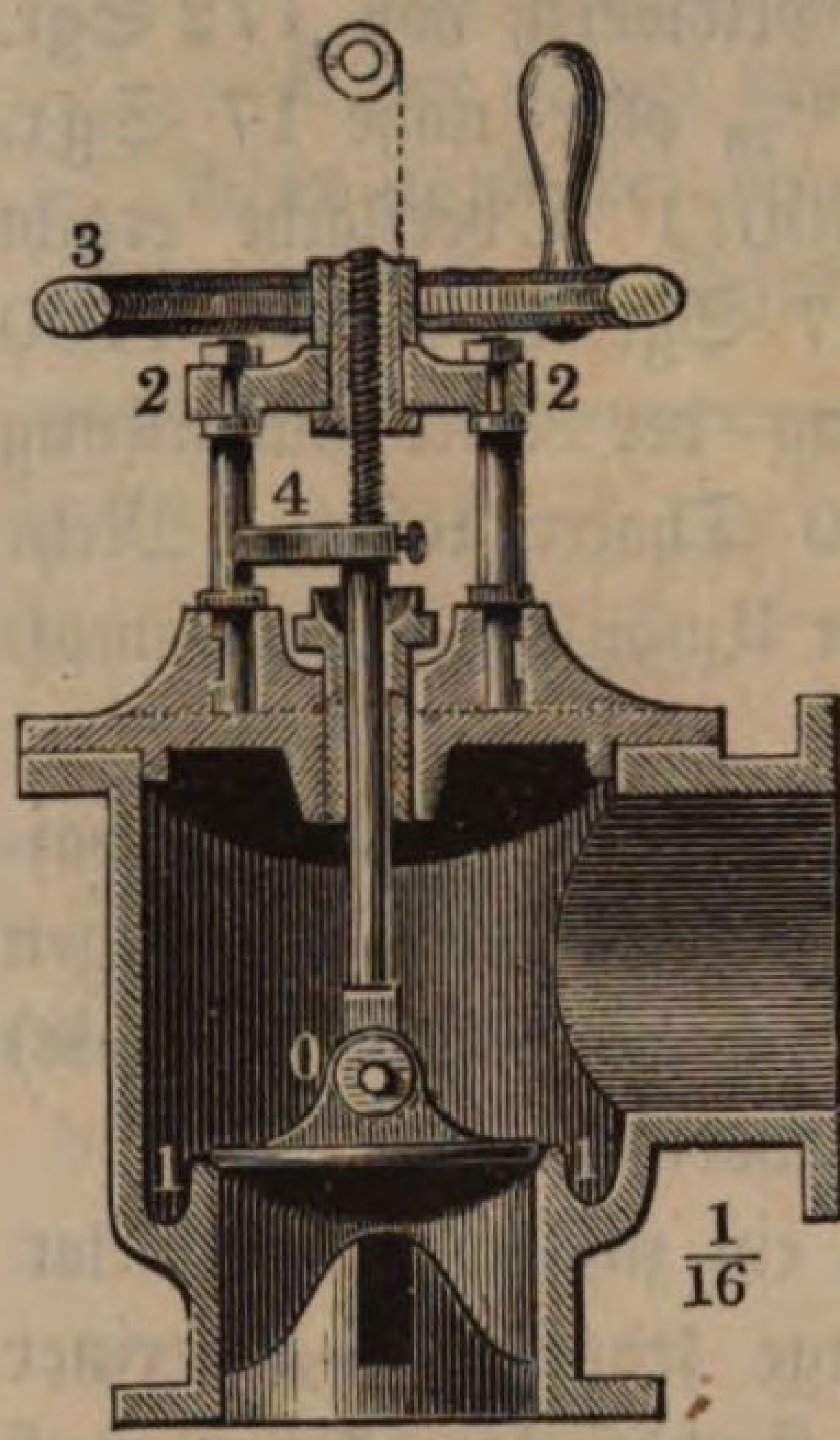
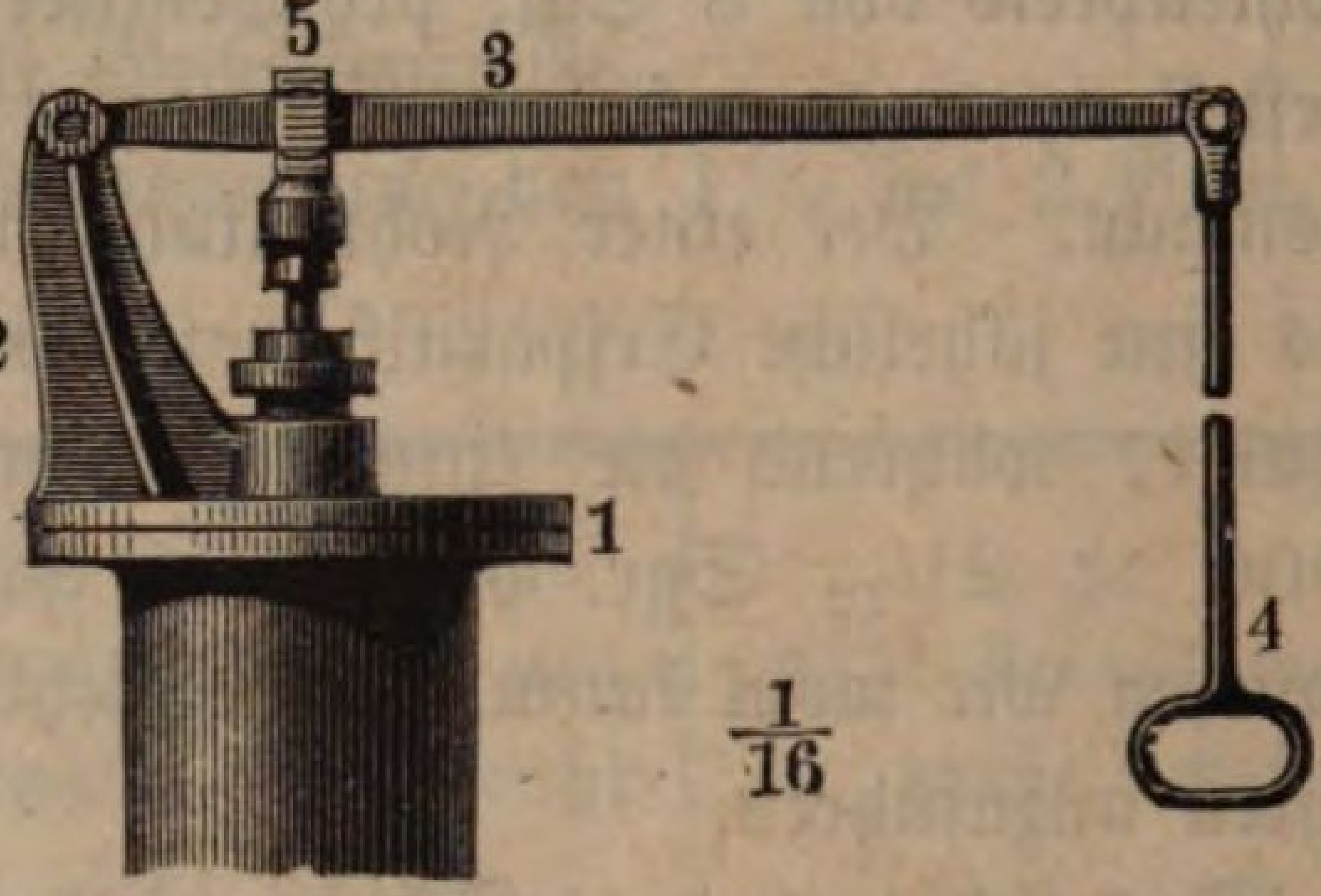


Fig. 261.



äußeren Ventilgehäuse eine rund umlaufende Rinne 1 zur Aufnahme von Schmutz, Kitt und dergl. bildet. Die Ventilstange geht durch eine gewöhnliche Stopfbüchse, und hat oben ein flaches Schraubengewinde für eine nur bis zu halber Höhe geschnittene Messingmutter. Diese ist in der gußeisernen durch zwei schmiedeeiserne Strebebolzen getragenen Querbrücke 2 drehbar und auf der Höhe der oberen Fläche der Querbrücke mittelst zweier eingelegten Ringhälften getragen. Ein Keil befestigt auf dem weiter hinaufragenden Theile der Mutter ein Stellrädchen 3, dessen Handhabe zur raschen Stellung des Ventils dient. Damit die Ventilstange selbst sich nicht drehen kann, ist ein gabelförmig auslaufender Finger 4 mit einer Stellschraube auf ihr festgestellt, dessen Gabel, mit dem Ventil auf- und abgehend, an einem der Strebebolzen streift. Vergleiche 85.

Fig. 261 zeigt eine ältere, jetzt weniger gebräuchliche Hebevorrichtung für ein Absperrventil. 1 Deckel des Ventilkastens, 2 eine demselben angegossene Stütze für den Hebel 3, 4 Handhabe. Ueber dem Ventilstifte hat der Hebel kreisförmige Vorsprünge, die sich in dem geschlitzten Ueberwurf 5, welcher auf den Ventilstift aufgeschraubt ist,

anlegen. Die Stopfbüchse des Absperrventils muß von Bronze oder mit Bronze ausgebüchst sein, damit die Ventilstange, welche nur wenig bewegt wird, nicht festrosten kann.

Zweckmäßig und billig sind die Durchlaufventile gemäß den Figuren 262 und 263. Sie werden von $^1/_2$ bis 2 Zoll Durchmesser

Fig. 262.

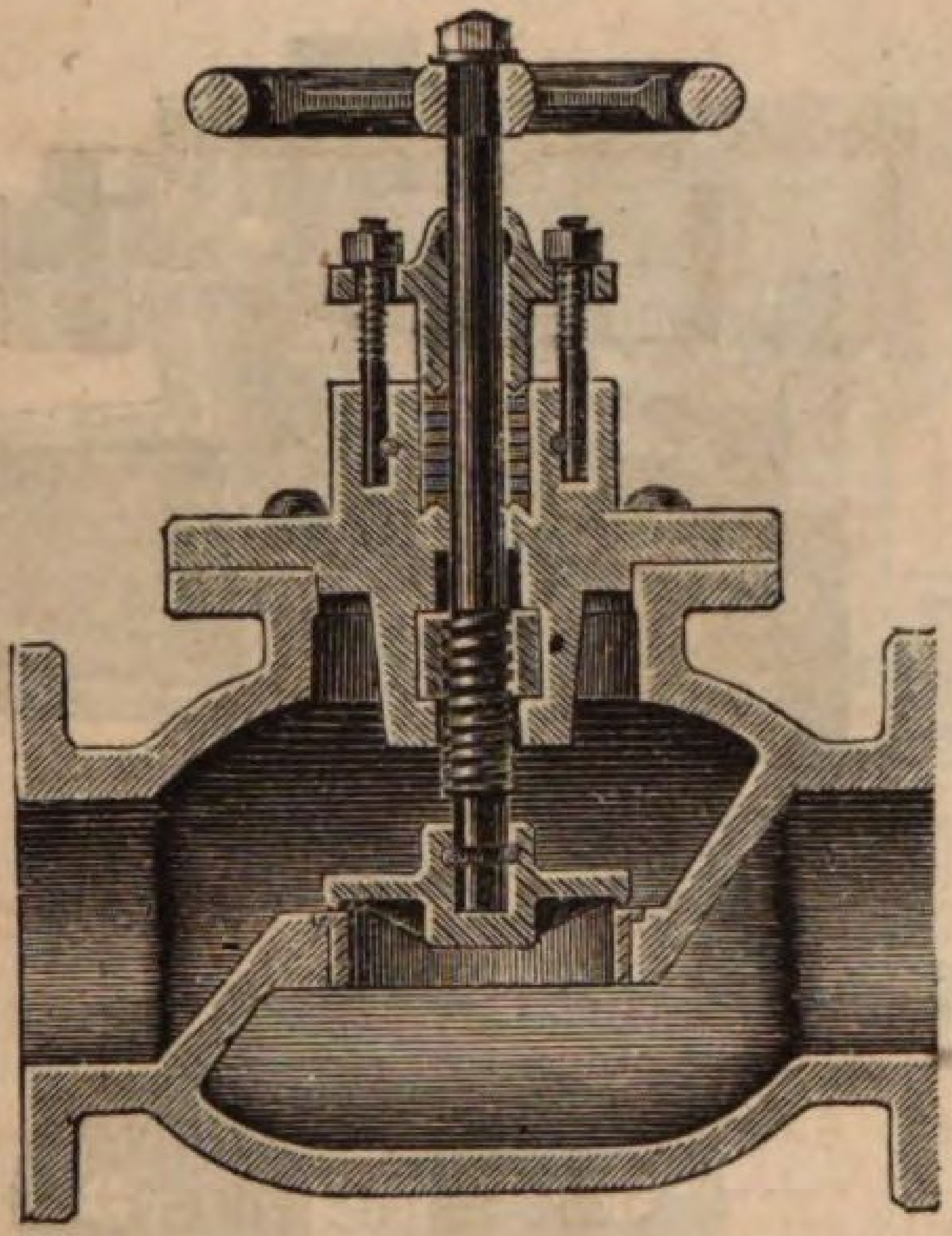


Fig. 263.



ganz in Bronze ausgeführt; von 2 Zoll bis 12 Zoll Durchmesser haben sie gußeiserne Gehäuse und Stellräder, messingene Ventile und Stopfbüchsen. Jedoch empfiehlt es sich die Schraubvorrichtung Fig. 262 aus dem Dampfraum nach außen zu verlegen.

Die gewöhnlichen Hähne taugen wenig zum Dampfabschluß; sie werden beim Gebrauch sehr leicht undicht und setzen sich oft so fest, daß sie gar nicht loszudrehen sind. Auch der reinste Dampf führt nämlich erdige Theile mit sich, die sich an dem Hahnschlüssel ablagern und bei der nächstfolgenden Drehung zwischen die Schlußflächen kommen; dadurch gibt es bald Furchen und Undichtheiten. Nur da, wo die Hähne öfter bewegt werden, z. B. beim Kochen mit Dampf ꝛc., kann man sie und auch nur für enge Leitungen anwenden.

Die Hahngehäuse sind stets in Bronze zu nehmen, die Küken oder Schlüssel in Messing. Reichliche Metallstärken müssen gegen die aus einander treibende Wirkung des Dampfes schützen, eine entsprechende Zuspitzung des Küken vorhanden sein und zwar nach Fig. 264 (a. f. S.). Hier ist das Hahngehäuse vom engsten Durch-

messer ab cylindrisch gebohrt, der Hahnschlüssel ebenso am dicksten Durchmesser gestaltet. So findet derselbe nie Ansätze, die ihn am tiefern Eindringen beim Schleifen hindern.

Hähne mit Stopfbüchsen, Fig. 265, sind leidlich gute Abschluß-vorrichtungen; jedenfalls sind sie ihrer Reinlichkeit wegen zu empfehlen.

Fig. 264.

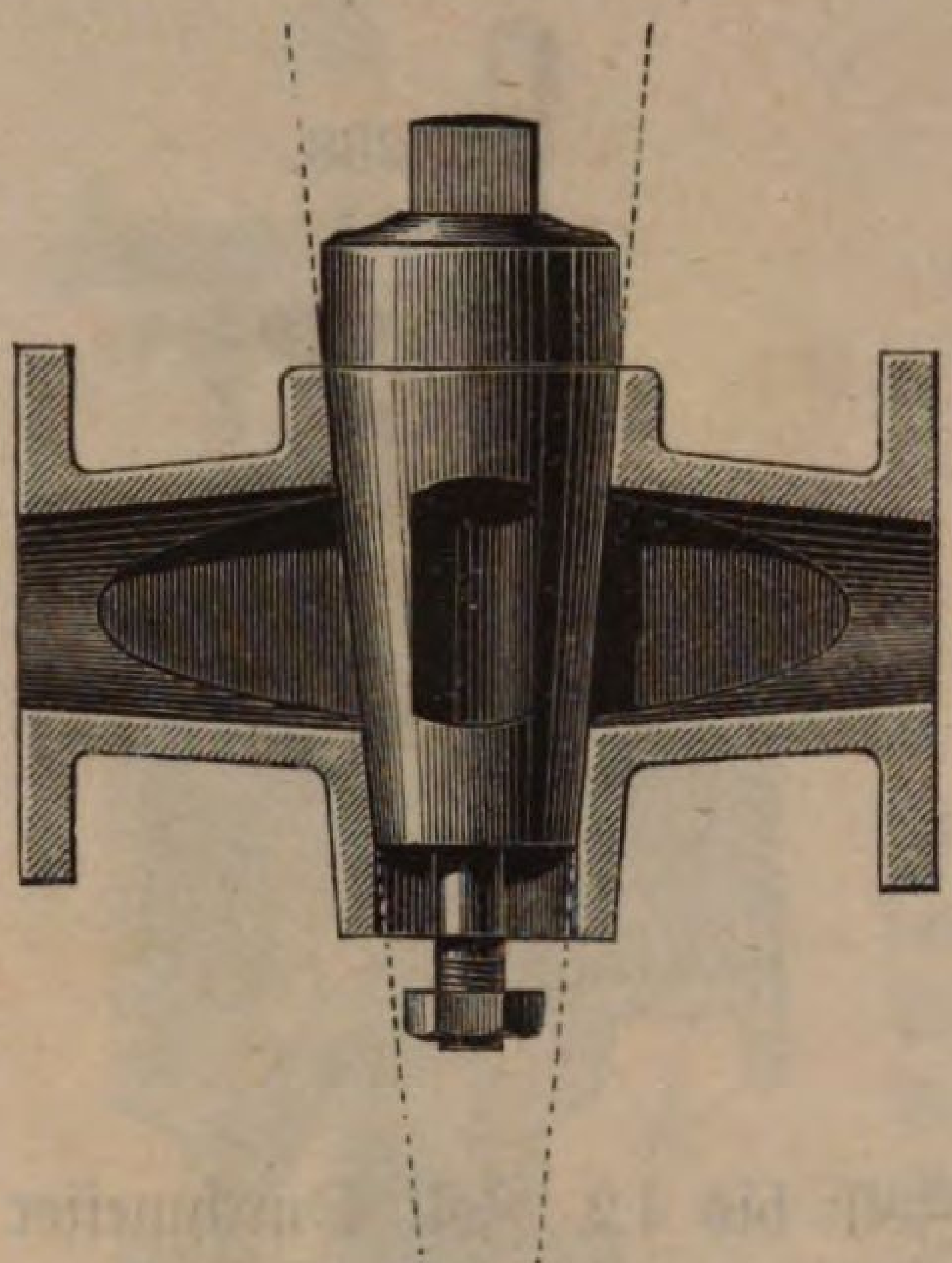
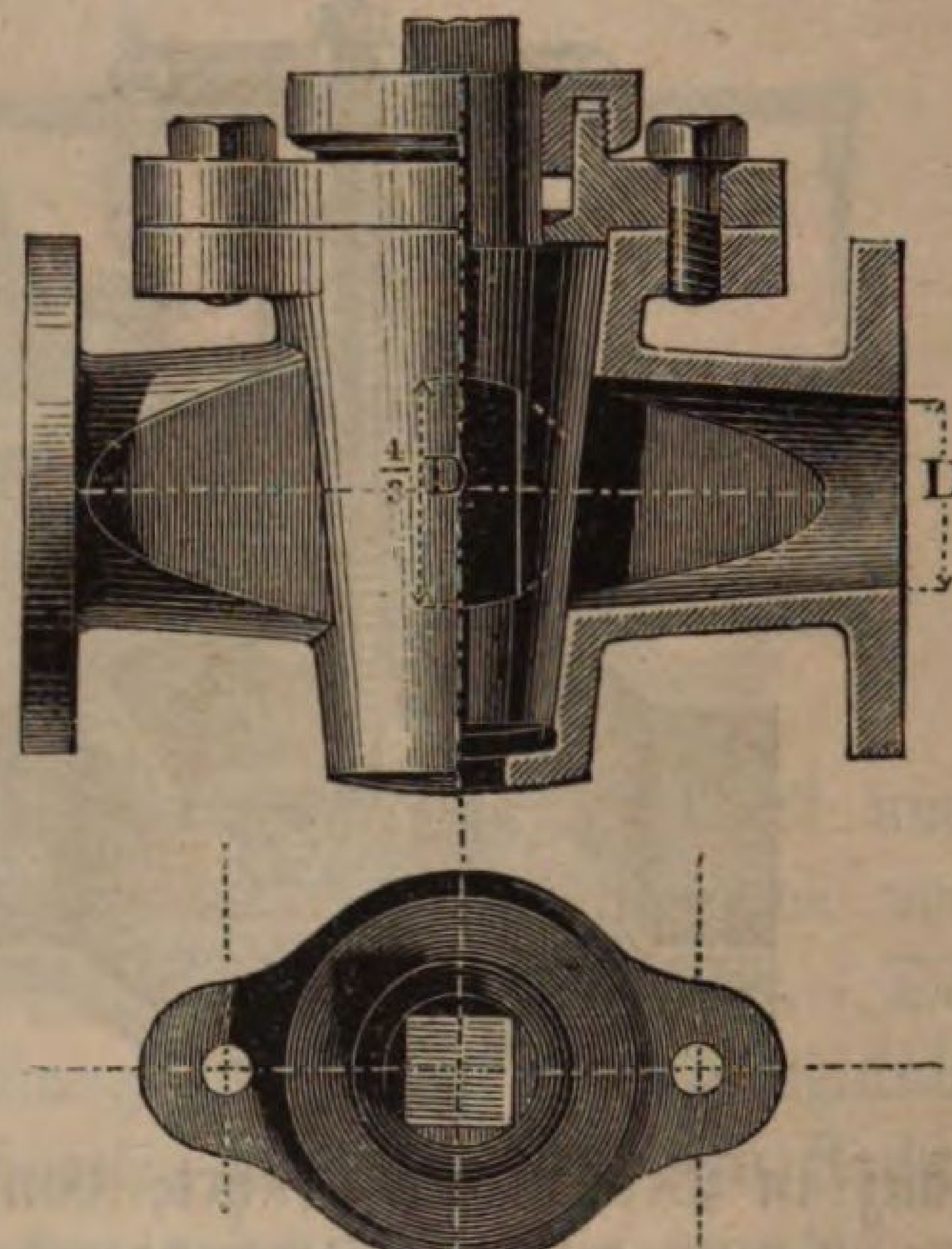


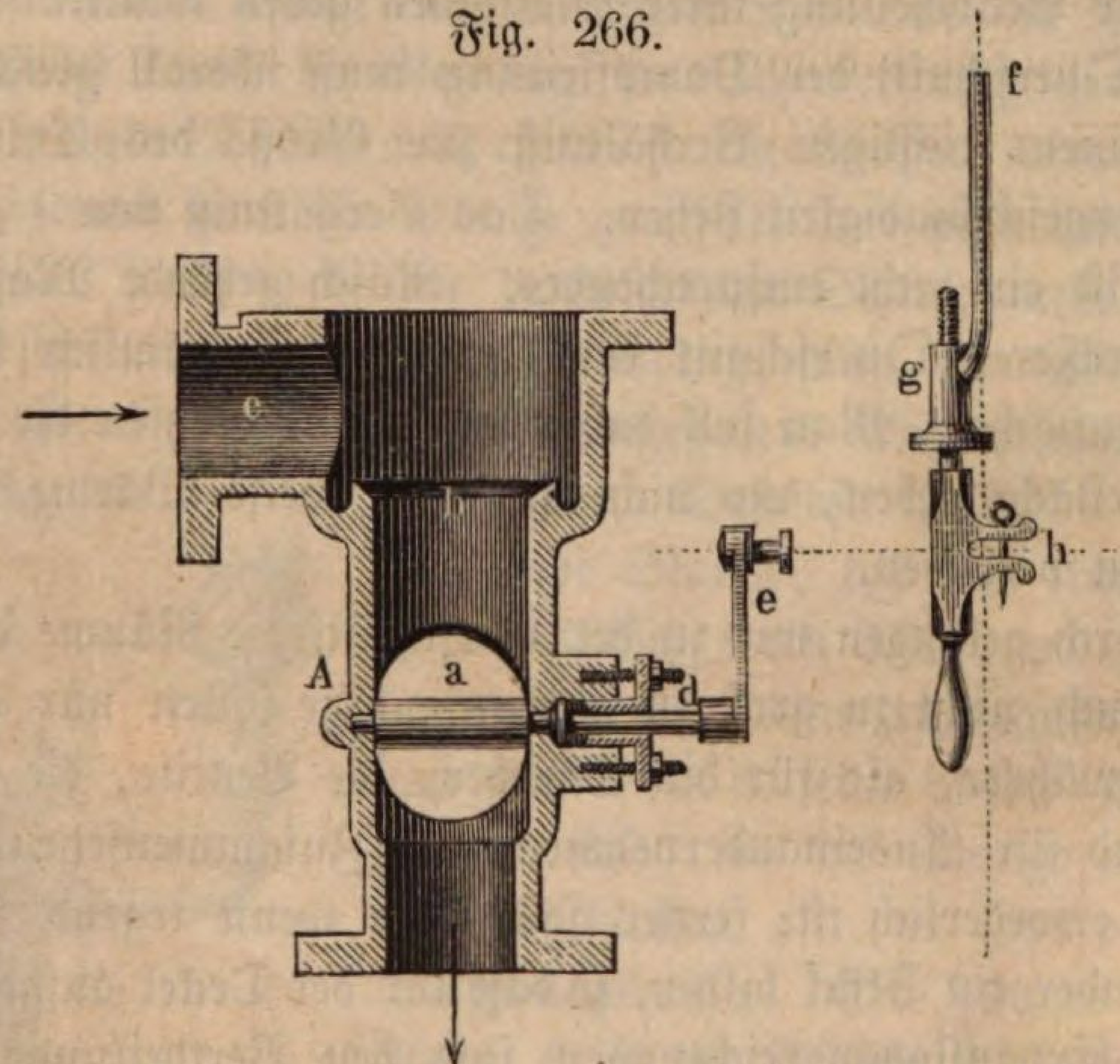
Fig. 265.



198. Die Bestimmung der Drosselklappe (throttle valve; soupape d'admission) ist die, den Zufluß des Dampfes zu reguliren; deshalb steht sie entweder mit dem Kugelregulator in Verbindung oder sie wird bei den Maschinen ohne Regulator, z. B. Wasserhebungs- und Schiffsmaschinen, vom Wärter gestellt. Wir haben Hochdruckmaschinen gefunden, wo die Drosselklappe zugleich als Absperrventil dienen sollte, ihren Zweck aber nicht erfüllte, und auch unmöglich erfüllen konnte. Sie ist wegen ihrer eigenthümlichen Konstruction nie mit so dampfdichtem Schluß herzustellen, daß damit eine Maschine in vollständige Ruhe gebracht werden kann. Wir halten es demnach für eine gefährliche Unvorsichtigkeit, wenn in Anlagen, wo Menschen sowohl an der Dampfmaschine als an den Arbeitsmaschinen beschäftigt sind, jene bloß durch die Drosselklappe abgestellt wird. Allmählig strömt durch eine solche genug Dampf durch, um die Maschine eine oder einige Umdrehungen machen zu lassen,

wodurch dann großes Unglück herbeigeführt werden kann. In Fig. 266 ist eine Drosselklappe mit ihrem Gehäuse dargestellt. Das

Fig. 266.



letztere ist in höchst zweckmäßiger Weise mit dem Sitz eines Absperrventils aus einem Stück gegossen. *a* Drosselklappe, eine flache elliptische, auf einem schmiedeeisernen Stift *d* befestigte Klappe. Das Gehäuse *A* ist ausgebohrt. Der Stift *d* geht durch eine Stopfbüchse nach außen, und trägt hier den kleinen Hebel *e*, mittelst dessen man die Klappe bequem drehen kann. Die Stange *f*, welche man bei *g* verlängern und verkürzen kann, kommt vom Regulator her. Mit der Gabel *h* kann *f* in den Zapfen des Hebels *e* eingehängt werden. Der von *c* her durch das Ventil bei *b* eingelassene Dampf streicht an beiden Seiten von *a* vorbei; sein Weg kann aber hier durch Schrägstellen von *a* beliebig verengt und erweitert werden, was von dem Regulator je nach dem Dampfbedarf der Maschine geschieht. Die Drosselklappe befindet sich immer nahe an dem Cylinder (der Steuerung) und an einer dem Maschinisten zur Hand gelegenen Stelle.

199. Wir gelangen nun zu der Dampfbüchse oder dem Schieberkasten (steambox; boîte à vapeur). Mehrere Einrichtungen desselben wurden schon weiter oben dargestellt. Hier sind die-

jenigen Hauptanforderungen an die Einrichtung des Schieberkastens darzulegen, die dem Maschinisten und Besitzer von Maschinen Anleitung zur Beurtheilung ihrer Maschinen geben können.

Der Querschnitt der Dampfleitung muß überall gleich groß sein und in einem richtigen Verhältniß zur Größe des Cylinders und zur Kolbengeschwindigkeit stehen. Das Verhältniß von $^1/_{25}$ der Kolbenfläche ist ein recht entsprechendes. Rasch gehende Maschinen verlangen größeren Querschnitt der Dampfwege, nämlich bis zu $^1/_{15}$ der Kolbenfläche. Man soll dabei den Dampfbüchsen die kleinstmögliche Oberfläche geben, um nicht unnützer Weise Wärme durch Ausstrahlen zu verlieren.

Dadurch gelangen wir zu der Vorschrift, die Räume der Dampfbüchsen auch nicht zu groß zu machen. Sie sollen nur eben so viel Raum gewähren, als für die Schieber, die Ventile, die Dampfströmung und für Auseinandernehmen und Zusammensetzen der Theile durchaus erforderlich ist; ferner sollen sie wenn irgend thunlich mit dem Cylinder ein Stück bilden, so daß nur der Deckel aufgeschraubt ist.

Die Expansionsvorrichtungen sind den Vertheilungsschiebern so nahe als möglich zu bringen; noch besser ist es, wenn Vertheilungsschieber oder Ventile auch gleichzeitig die Expansion bewirken (vergleiche 175).

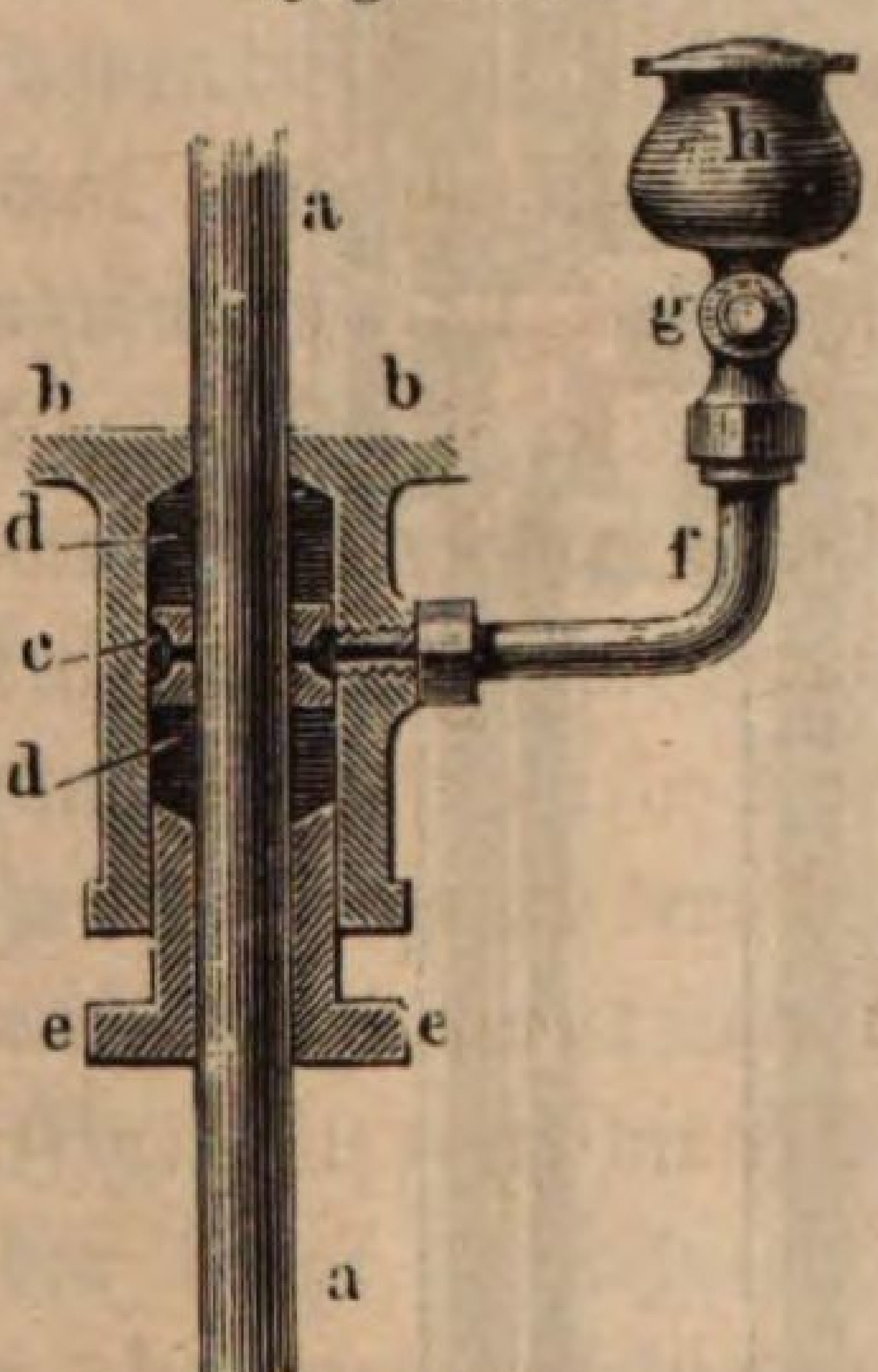
Die Dampfwege (port-holes; conduits ou passages de vapeur, lumières), die aus der Dampfbüchse in den Cylinder gehen, müssen so kurz als möglich sein: denn der Dampf, welcher nach der Füllung des Cylinders in diesen Kanälen steht, ist theilweise verloren, wenn nicht bei Einrichtung der Schiebervorrichtung besonders Rücksicht darauf genommen wurde. Demgemäß sind die Steuerungen, welche einen kurzen Schieber haben, gewissermaßen unvortheilhaft; allein ihr Fehler wird durch die kleine Dampfbüchse, die Gleichheit in der Länge der Dampfwege und die ungehinderte Ableitung des gebrauchten Dampfes aufgewogen. Bei Expansionsmaschinen schaden diese verlängerten Kanäle weniger als bei Volldruckmaschinen.

An liegenden Maschinen soll ihre Unterkante immer mit der tiefsten Stelle der Cylinderbohrung gleich liegen, damit das condensirte Wasser stetig abgeführt werde.

Der Mechaniker lasse nur in den äußersten Fällen die Stangen

zum Betriebe von Ventilen oder Schiebern durch hängende Stopfbüchsen von unten in die Dampfbüchsen arbeiten. Solche Stopfbüchsen können nur schwer im Fett erhalten werden; in Folge dessen wird der Hanf durch die Reibung der Schieberstange zerrissen, die sandigen, erdigen Theile aus condensirtem Wasser kommen in die Liderung, dadurch wird die Stange geriffelt, und man kann alsdann auch bei bester Packung keinen dampfdichten Schluß mehr erlangen. Kann indessen eine derartige Einrichtung nicht vermieden werden, so ist wenigstens die in Fig. 267 angegebene Doppelstopfbüchse anzubringen. Daselbst ist *a* die auf- und abgehende Stange, *b, b* das Untertheil der Dampfbüchse, *c* ein Messingring; derselbe hat auswendig eine rundlaufende Nuth, von der 6 bis 8 feine Löcher nach innen gebohrt sind, wo die Stange *a* fest von ihr umschlossen ist. *d* Hanfpackung, *e* Stopfbüchsbrille. Ein dünnes kupfernes Rohr *f* ist der Scheibe *c* gegenüber in *b* eingeschraubt und durch eine Gegenmutter und Vorsteckscheibe festgehalten; oben hat dieses Rohr einen Hahn *g* und den Schmierkelch *h*. — Ehe die Maschine angelassen wird, öffnet man den Hahn *g*, wodurch der erwärmte flüssige Talg in die Nuth von *c* fließt und sich durch die radialen Löcher nach der Stange vertheilt, sowie auch die ganze Packung tränkt. Das Oeffnen des Hahns muß bei jedem Stillstande, der im Betriebe vorkommt, geschehen; sobald aber frischer Dampf in der Büchse ist, muß der Hahn geschlossen bleiben, denn sonst würde jener den Talg aus *h* herausschleudern. Man soll den Ring nicht direkt auf den Grund der Stopfbüchse legen, sondern, wie hier angegeben, vorher einen Hanfzopf einschieben, der die zu rasche Entfernung des Fettes nach innen verhütet.

Fig. 267.



Gewöhnlich wird bei senkrecht gehenden Schiebern die Schieberstopfbüchse oben auf der Dampfbüchse angebracht, auch wenn die Bewegung der Stange von unten hergeleitet wird, wie auch die Darstellung in Fig. 185 zeigt. Doch kann man auch die Schieberstange

von unten einführen, ohne daß eine hängende Stopfbüchse nöthig wäre. Eine solche Einrichtung (nach Hick) zeigt Fig. 268. *a* Schieberkasten, *b* Schieberstange, *c* abgedrehtes an *a* angeschraubtes Rohr, von dem Körper *d* mit der Stopfbüchse *e* umfaßt. *f* Schubstange des Schiebers; *b* und *f* sind in *d* befestigt; *g* Führung für das Stück *d*.

Fig. 268.

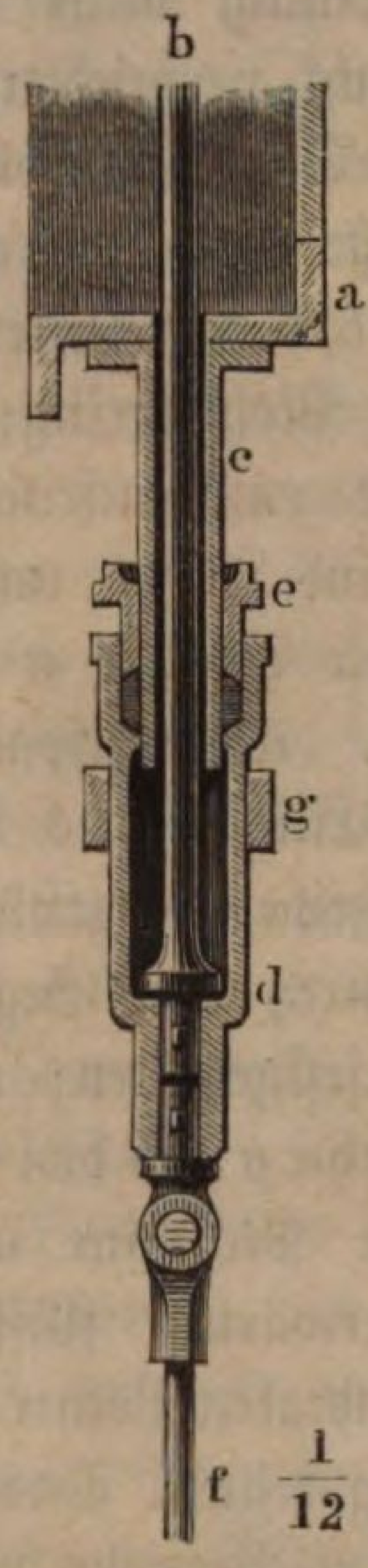
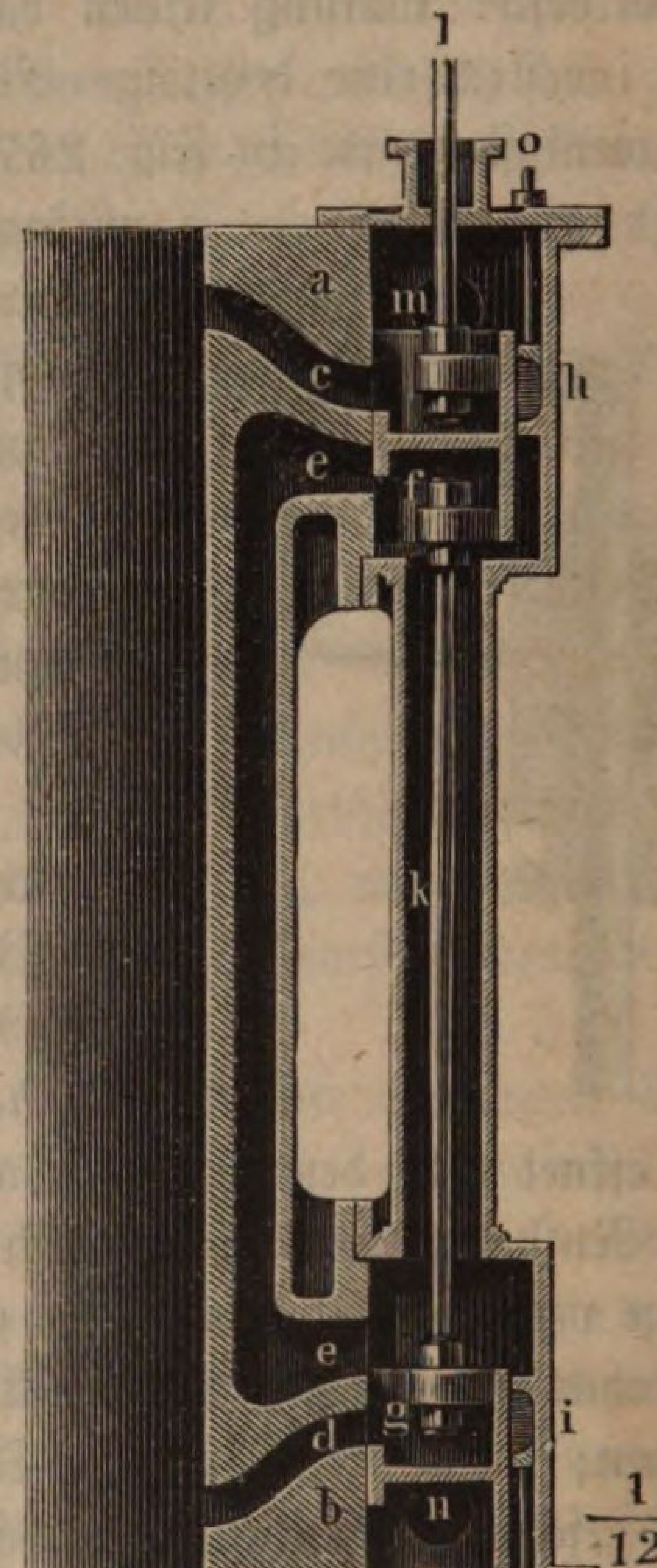


Fig. 269.



Beim Gange des Schiebers schiebt sich die Stopfbüchse *e* auf dem Rohre *c* auf und ab.

In die untere Fläche der Dampfbüchse muß immer ein Hahn zum Ablassen des condensirten Wassers eingeschraubt sein; solches bringt sonst, zumal beim Anlassen, viel Störung mit sich.

200. Bei den Dampfmaschinen, welche drehende Bewegung zu

erzeugen haben, geschieht, wenn sie nicht übergroß sind, die Steuerung in der Regel durch Schieber, auch Schiebventile (sliding valves; tiroirs) genannt. Die insbesondere so benannte Ventilsteuerung, d. h. solche mit Ventilen mit konischen Schlußflächen, geschieht meist nur bei Maschinen mit nur auf- und abgehender Bewegung; indeß wird sie in neuerer Zeit auch bei großen Kurbelmaschinen angewandt.

Für Niederdruckmaschinen eignet sich die Steuerung, mit D-Schieber, siehe Fig. 159, vortrefflich.

Die Kolbensteuerungen sind wenig im Gebrauch, indem sie theurer sind, als die Schiebersteuerungen, namentlich bei größeren Maschinen. Doch haben dieselben neuerdings wieder eine Geltung als Entlastungsschieber erhalten. So ist unter anderen der Jobin'sche Entlastungsschieber (s. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. VII, 1863, S. 481 ff.) ein Kolbenschieber mit dreieckiger Grundfläche. Der erwähnte Aufsatz ist sehr lesenswerth; er giebt eine große Reihe von Entlastungsschiebern in ausführlich beschriebenen, sehr vollständigen Zeichnungen.

Zur Ergänzung des früher über die Schieber Mitgetheilten sollen hier noch einige der bekannteren Schiebersteuerungen beschrieben werden. Fig. 269 zeigt die Steuerung mit zwei kurzen D-Schiebern, wie der lange D-Schieber für Niederdruckmaschinen gebraucht. *a* oberer, *b* unterer Schieberspiegel, *c* Einströmung über den Kolben, *d* Einströmung unter den Kolben; *f* und *g* zwei kurze D-Schieber, in den halbcylindrischen Dampfbüchsen bei *h* und *i* dampfdicht gepackt. *f* und *g* sind durch die Stange *k* fest verbunden; *l* Schieberstange. Durch *m* und *n* tritt der frische Dampf in die Dampfbüchsen ein. Der zwischen den beiden Schiebern befindliche Raum ist stets mit dem Condensator in Verbindung. In der gezeichneten Stellung sind die Schieber nach unten ausgeschoben, *c* steht mit dem frischen Dampf, *d* mit dem Condensator in Verbindung; das Umgekehrte findet statt, wenn die Schieber sich auf dem obersten Punkte ihres Schubes befinden. Mittelst der Stellschrauben *o, o* können die Packungen hinter den Schiebern nachgestellt werden. Dieser Schieber fordert wie der lange D-Schieber eine geringe Kraft zum Verschieben, indem er durch die Packung auf seiner Rückenfläche fast vollständig entlastet wird.

Ein dem langen D-Schieber in manchen Beziehungen ähnlicher

Schieber für den Hochdruckdampf ist der sogenannte *lange Kanalschieber*, Fig. 270. Er besteht aus Gußeisen und hat fast die Länge des Cylinders. *a* oberer, *b* unterer Schieberspiegel, *c* obere, *d* untere Dampfeinströmung; die Höhlung *f* des Schiebers hat gleichen Querschnitt mit diesen Dampfwegen; *e* Ausweg für den ver-

Fig. 270.

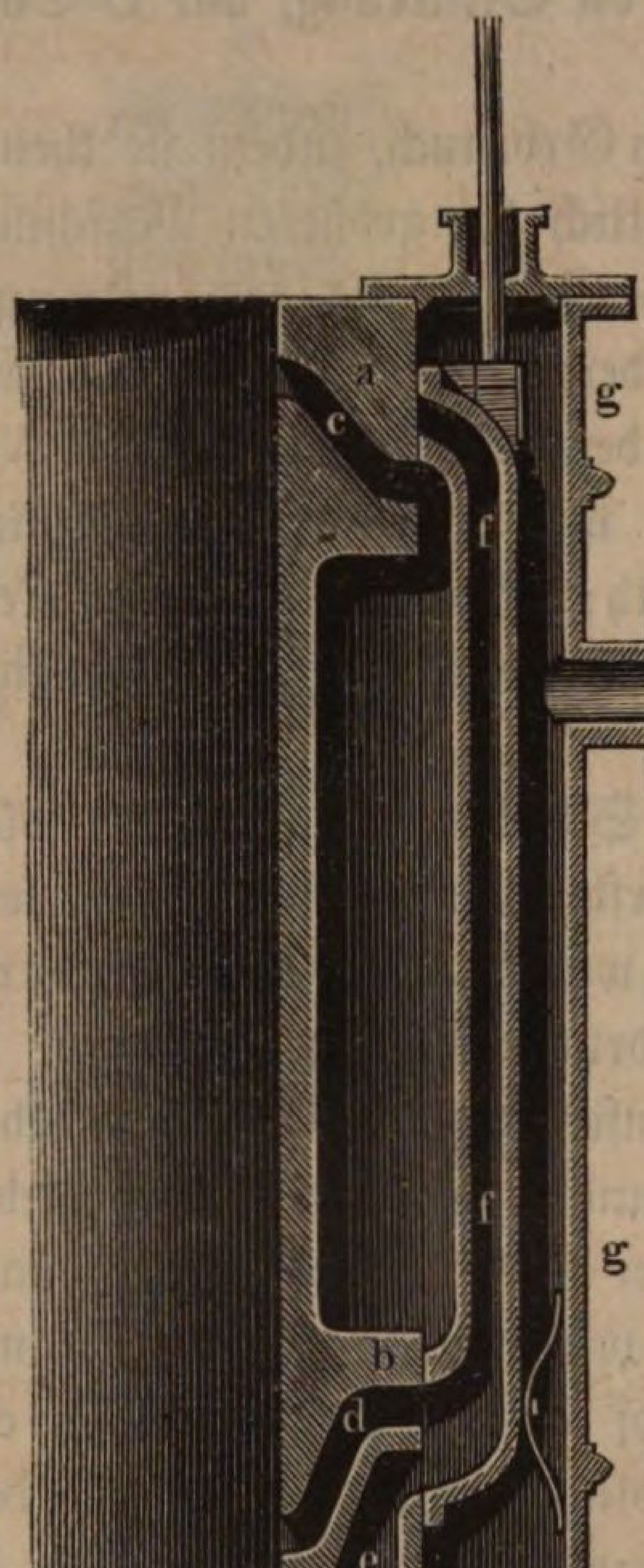
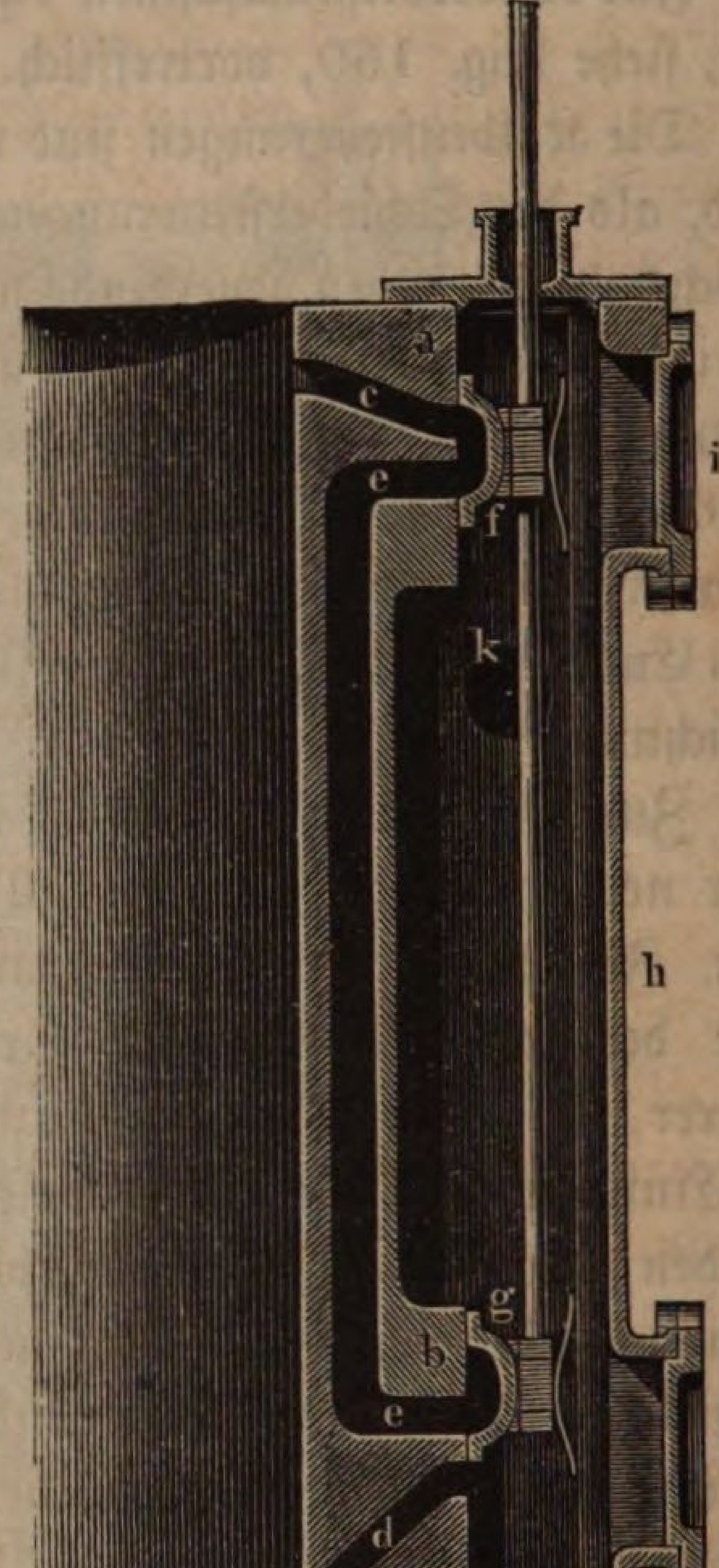


Fig. 271.



lorenen Dampf. Bei *a* ist die Oeffnung des Schieberkanals nicht weiter als *c*, bei *b* überdeckt sie die beiden Dampfwege *d* und *e*. Die Dampfbüchse *g* wird fortwährend von *h* aus mit frischem Dampf gefüllt. Dieser tritt in den Cylinder, sobald eine der Einströmungen vom Schieber nicht bedeckt ist. In der gezeichneten Stellung tritt frischer Dampf über den Kolben, während der unter dem Kolben

befindliche durch *d* nach *e* gelangen kann. Wird aber die Oeffnung *f* über *e* gestellt, so wird *d* dem frischen Dampf geöffnet; der über dem Kolben befindliche Dampf kann alsdann durch *c* und die Höhlung *f* nach *e* abströmen. Am unteren Ende des Schiebers sieht man eine Feder, welche denselben anzudrücken bestimmt ist, so lange sich noch kein Dampf in *g* befindet.

Fig. 271 Steuerung mit zwei kurzen Muschelschiebern. Diese haben eine Dampfbüchse ähnlich der in Fig. 270. Die beiden kurzen Schieber *f* und *g* sind durch die Schieberstange verbunden. *c* obere, *d* untere Einströmung, *e e* Weg für den gebrauchten Dampf, der zunächst in einen um den Cylinder gehenden Mantel und von da in die Luft entweicht. Die Construktion entsteht ebenso aus der in Fig. 270, wie die in Fig. 269 aus dem langen D-Schieber in Fig. 159 abgeleitet ist, und findet namentlich bei größeren Maschinen Anwendung.

Die Zeichnung entspricht dem Fall, wo unten Dampf einströmt, der Dampfkolben im Hinaufgehen begriffen und auf halber Höhe angekommen ist; der Dampf von oben bläst durch *c e* ab; der Schieber steht auf höchster Stellung und beginnt den Wechsel. $i i_1$ Thüren zum Einsetzen und Richten der Schieber; *k* Dampfeinströmung in den Schieberkasten *h*.

Man liebt es, wenn das Gußeisen der Cylinder und der Schieberspiegel mehr weiß als grau und darum härter ist; auf den Gleitflächen des Cylinders brachte man ehedem Bronzeplatten an und ließ auf diesen gußeiserne Schieber gehen. Die Bronzeplatten sind aber nicht bequem zu befestigen und auch nach eingetretener Abnutzung schwer zu ersetzen. Danach wurde die Sache umgekehrt, indem man bronzene Schieber auf gußeisernen Spiegeln gehen ließ. Man erzielte dadurch, daß sich die Schieberspiegel sehr wenig abnutzten, während die von der Abnutzung zu stark angegriffenen Schieber leicht zu ersetzen waren. In neuerer Zeit macht man aber in der Regel Spiegel und Schieber aus Gußeisen; man soll aber dabei jedenfalls darauf sehen, daß der Schieber aus recht weichem Gußeisen hergestellt werde, damit die Abnutzung den Spiegel möglichst wenig angreife, nur bei kleinen Maschinen und bei Lokomotiven findet man bronzene Schieber.

Die Bronze zu solchen Schiebern darf hart sein, eine Composition

von 11 Theilen Kupfer, 1 Theil Zinn, $2^3/_4$ Theilen Messing eignet sich gut dazu. Schieber aus Weißmetall haben sich, obgleich das Material so günstig für kleine Abnutzung ist, nicht bewährt, weil das Weißmetall nicht fest genug ist, um namentlich bei hohem Dampfdrucke genügenden Widerstand zu leisten.

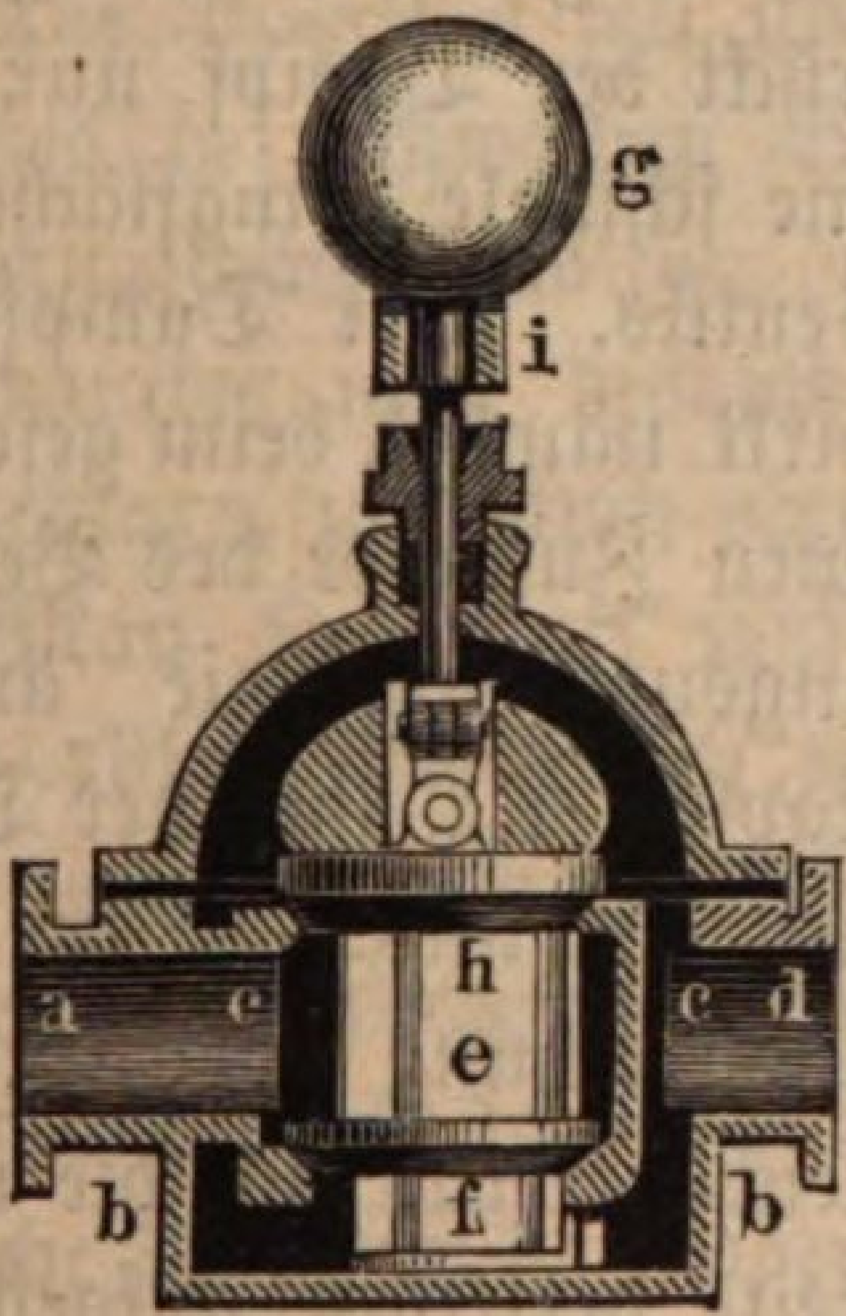
201. Obgleich man sich bei guten und gehörig aufgestellten Maschinen darauf verlassen kann, daß der Druck des Dampfes in der Dampfbüchse den Schieber immer auf seine Fläche aufdrückt und dampfdicht schließend macht, so bringt man dennoch, wie auch bei Fig. 270 und 271 angedeutet wurde, zur Vorsorge Spannfedern an, die ihn unter allen Verhältnissen und Lagen an dem Schieberspiegel erhalten. Diese Federn haben, wie früher bemerkt, hauptsächlich den Zweck, den Schieber so lange anzudrücken, als noch kein Dampfdruck auf demselben lastet. Man macht sie, wie gewöhnlich, aus Federstahl und hämmert denselben bloß kalt. Die Härtung ist unnütz, denn die dadurch erlangte Spannkraft läßt in der bedeutenden Temperatur des Dampfes bald nach. Alban empfiehlt messingene Federn als besser zu diesem Zwecke. Sie werden gewöhnlich an den Deckeln der Dampfbüchsen mit etlichen Schrauben befestigt und gegen die Schieber angedrückt, indem man die Schrauben der Dampfbüchse anzieht. Es ist aber besser, wenn sie an der festen Seitenwand der Dampfkasten angebracht werden; die Veränderlichkeit des Kittkranzes ergibt im ersten Falle immer eine ungewisse Spannung der Federn.

Man hüte sich nur ja, an den Federn Röllchen anzubringen, womit sie auf den Schiebern liegen. Diese sind nicht dauerhaft, gehen bald entzwei, zerreißen dann die Schieber- und Spiegelränder, und verderben dadurch oft die Steuerung gänzlich.

202. Zur ferneren Erläuterung der Ventile, die an den großen Dampfmaschinen angewendet werden, dient Fig. 272. Man nennt die Ventile der hier gezeichneten Art nach ihrem Erfinder Hornblower'sche Ventile oder auch Doppelsitz-Ventile; sie sind von bedeutendem Werthe für den Dampfmaschinenbau. Bei Erläuterung des Abschlußventils (197.) war die Rede von dem großen Drucke, der auf demselben lastet, und der durch eine Kraft überwunden werden muß, soll sich das Ventil öffnen. Sollte nun eine Ventilsteuerung mit gewöhnlichen Kegelventilen, wie das in Fig. 261, betrieben werden,

so würde für das jedesmalige Heben der Ventile eine bedeutende Arbeitleistung erforderlich sein. Z. B. würde bei einem Ventildurchmesser von 14″ (366^{mm}) und 4 Atmosphären Pressung der Druck $14 . 14 . {}^{11}/_{14} . 60 = 9240$ Pfd. betragen, der bei jedem Hub oder Wechsel zweimal zu überwinden wäre. Dieser Kraftverschwendung begegnen die angeführten Ventile.

Fig. 272.



d, das Rohr für den frischen Dampf, ist mit dem äußeren Ventilkasten *b*, *b* zusammengegossen, führt den Dampf in den Ventilkasten, wo er den Ventilsitz *cc* umspült. Von diesem aus geht das Rohr *a* durch die Wand von *bb* nach außen, etwa zum Dampfcylinder. *e* Doppelventil, welches auf den beiden Flächen *h* und *f* aufgeschliffen ist. Die Verbindung desselben mit der Ventilstange durch Doppelgelenke, die Stopfbüchse, das auf dem Ventile liegende eiserne Gewicht sind aus der Fig. 272 deutlich. *g* eine eiserne Kugel zum Reguliren der Belastung, welche aber bei gut gewählten Abmessungen entbehrlich ist; *i* durchschnitten gezeichneter Hebel zum Bewegen der Ventilstange. Das Ventil kann circa 2″ (56^{mm}) hoch gehoben werden.

Die obere Fläche hat nach dem Maßstabe $6^1/_2$″ Durchmesser, die untere $5^3/_4$″. Der *c* umspülende Dampf drückt auf beide Flächen und zwar bei 3 Atmosphären Druck:

auf die obere mit $6^1/_2 . 6^1/_2 . 0{,}785 . 45 = 1488{,}7$ Pfund,

„ „ untere „ $5^3/_4 . 5^3/_4 . 0{,}785 . 45 = 1168{,}2$ „

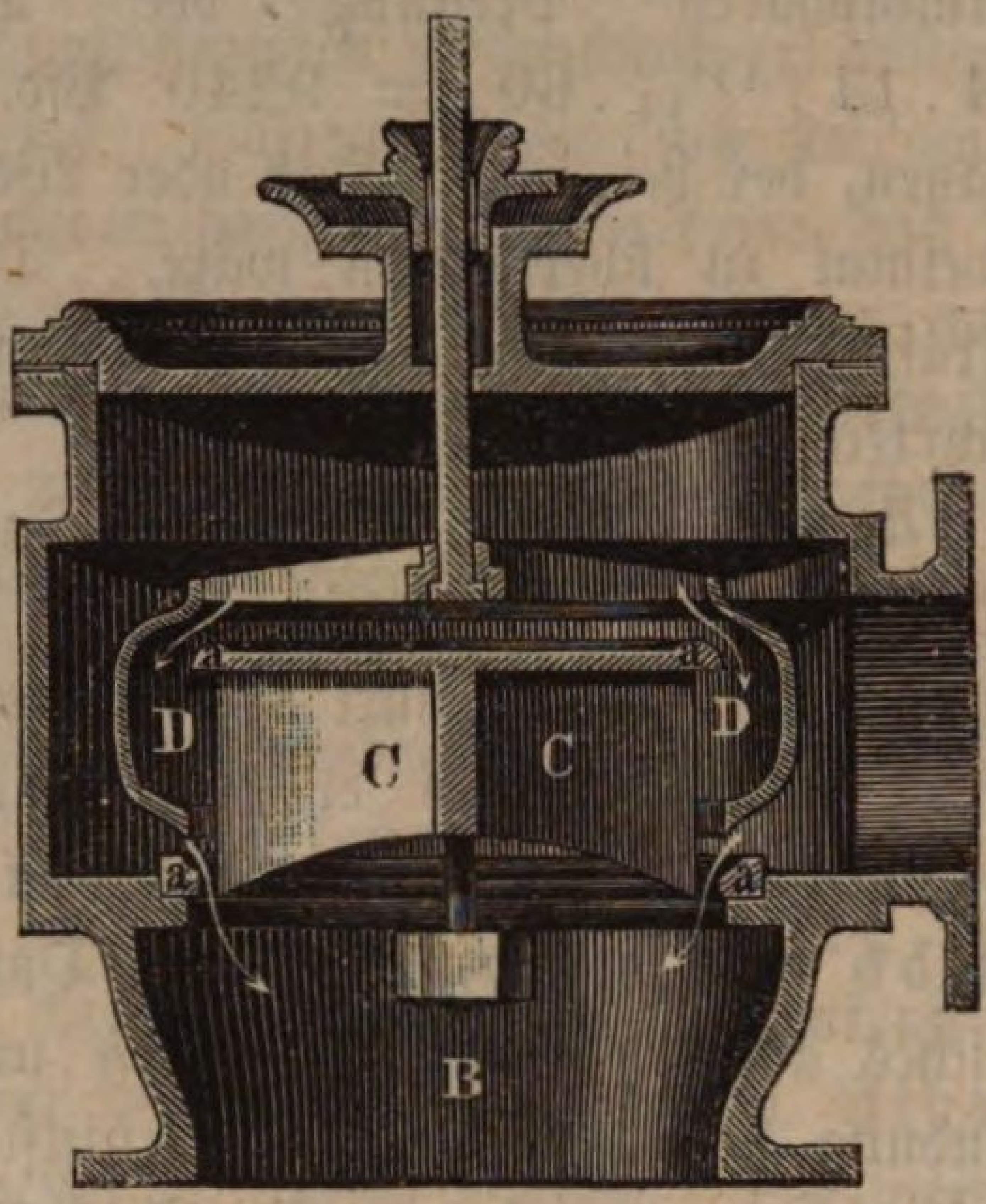
Demnach ist die Kraft, welche auf das Oeffnen des Ventils verwendet werden muß, $= 1488{,}7 - 1168{,}2 = 320{,}5$ Pfund.

Die gezeichneten Dimensionen gehören einer Maschine von 50 Pferdestärken. Man gewinnt außerdem mit diesen Ventilen eine viel größere Dampföffnung, als sie die einfachen Kegelventile bei derselben Erhebung geben.

Eine andere Form des Doppelsitzventils bietet das Gros'sche oder Glockenventil, Fig. 273 (a. f. S.). Dieses Ventil, welches

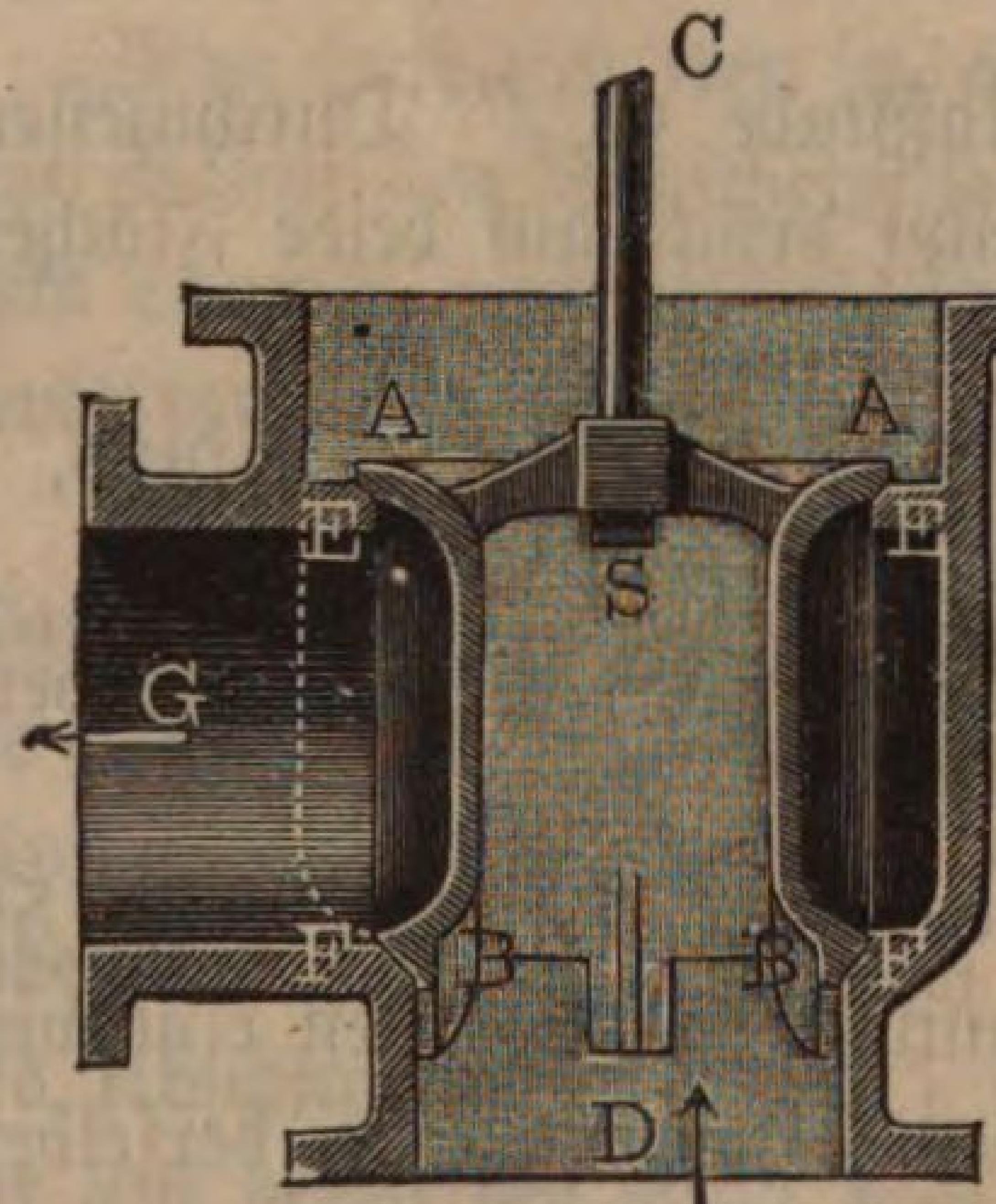
wir schon in 185. besprochen, kann als eine Umkehrung des vorigen betrachtet werden. Was dort Ventilsitz war, ist hier Ventil geworden, und umgekehrt. Auch hier drückt der Dampf nur auf eine schmale Ringfläche des Ventils. Der Dampfdruck wirkt nämlich beim geschlossenen Zustande des Ventils ringsum auf die äußere Kapsel. Da aber der Druck auf die untere Seite der Ausbauchung von einem gleichen Druck auf die obere Seite derselben aufgehoben wird, so bleibt nur ein wirksamer Dampfdruck von oben auf diejenigen Stellen übrig, zu welchen der Dampf nicht von unten zutreten kann; es sind dies aber die beiden Dichtungsflächen *a a*. Dieser Druck muß beim Heben des Ventils überwunden werden. Das Ventil gestattet eine Durchströmungsöffnung gleich der innerhalb des oberen Sitzringes gelegenen Kreisfläche, wenn es um $^1/_8$ des Durchmessers dieser Kreisfläche gehoben wird.

Fig. 273.



Eine dritte, ebenfalls sehr zweckmäßige Form des Doppelsitzventils zeigt Fig. 274 in dem sogenannten Rohrventil. Hier tritt der Dampf von unten durch den Rohransatz *D* in das rohrförmig gebildete Ventil *A B* hinein, dessen Kasten oben durch einen Deckel verschlossen zu denken ist. Beim Heben des Ventils, welches durch den Dampfdruck auf die Projektion der Sitzflächen *A* und *B* niedergepreßt wird, entweicht der Dampf an *A* und *B* vorüber nach dem Ausweg *G*.

Fig. 274.



203. Der Cylinder (cylinder; cylindre) der Dampfmaschine muß von festem, etwas weißem Gußeisen gefertigt sein, eine gehörige Wandstärke (nie unter 10‴ = 22mm) haben und überall dicht sein.

Die Bohrung soll überall von gleicher Weite und nicht oval sein, welches bei schwachen Wänden, unpraktischer Befestigung auf der Bohrmaschine und zu raschem Ausbohren leicht vorkommt. Der Mechaniker muß deshalb die letzte oder Fertigbohrung sehr langsam vornehmen, und auch ohne abzusetzen zu Ende zu bringen suchen.

Man findet oft Cylinder, welche unten enger sind als oben. Das rührt gewöhnlich von zu raschem Bohren und von nicht gut gehärteten Bohrmeißeln her, die sich gegen das Ende abgenutzt haben. Poren und Löcher dürfen nicht in der inneren Wand bleiben, sie müssen aufgebohrt und durch gußeiserne Stifte geschlossen werden. Solche Flickerei darf aber nicht zu weit getrieben werden. Schmiedeiserne Stifte, die hier (sowie z. B. auch an Papiertrockenwalzen) von ungeschickten Fabrikanten eingesetzt werden, dehnen sich in der Wärme stärker aus als das sie umgebende Gußeisen und treten in Folge dessen aus der Wandfläche hervor. Namentlich die Hanfkolben leiden durch Löcher und solche Stifte im Cylinder sehr.

Zum besseren Einsetzen der Dampfkolben und um die Cylinder nachbohren zu können, ohne die Deckel erneuern zu müssen, bohrt man gewöhnlich den Cylinder oben, so tief der Deckel reicht, um ein Kleines weiter, als er durchgehends werden soll.

Der Boden wird häufig wie der in Fig. 185 eingesetzt. Wenn irgend thunlich aber bildet man ihn durch aufgeschraubten, also lösbaren Deckel. Derselbe hat einen circa $2^1/_2$″ (65mm) hohen Rand, durch den vier Stifte in die Cylinderwand gehen; der zwischenbleibende Ring wird mit gutem Eisenkitt ausgefüllt.

Deckel und Boden erhalten den Dampfwegen gegenüber Vertiefungen zum Einlassen des Dampfes. Dieselben sind aus Fig. 185 ersichtlich. Es ist nämlich unerläßlich, jeden schädlichen Raum, der sich unnützer Weise mit Dampf füllt, zu vermeiden. Deshalb läßt man den Kolben so nahe an Boden und Deckel gehen, als eben möglich ist, z. B. bis auf $^1/_4$″ (6mm) Abstand. Bei den ohne Kurbel gehenden Wasserhebungs- und ähnlichen Maschinen muß indessen der Spielraum größer bleiben, damit nie der Kolben den Boden oder

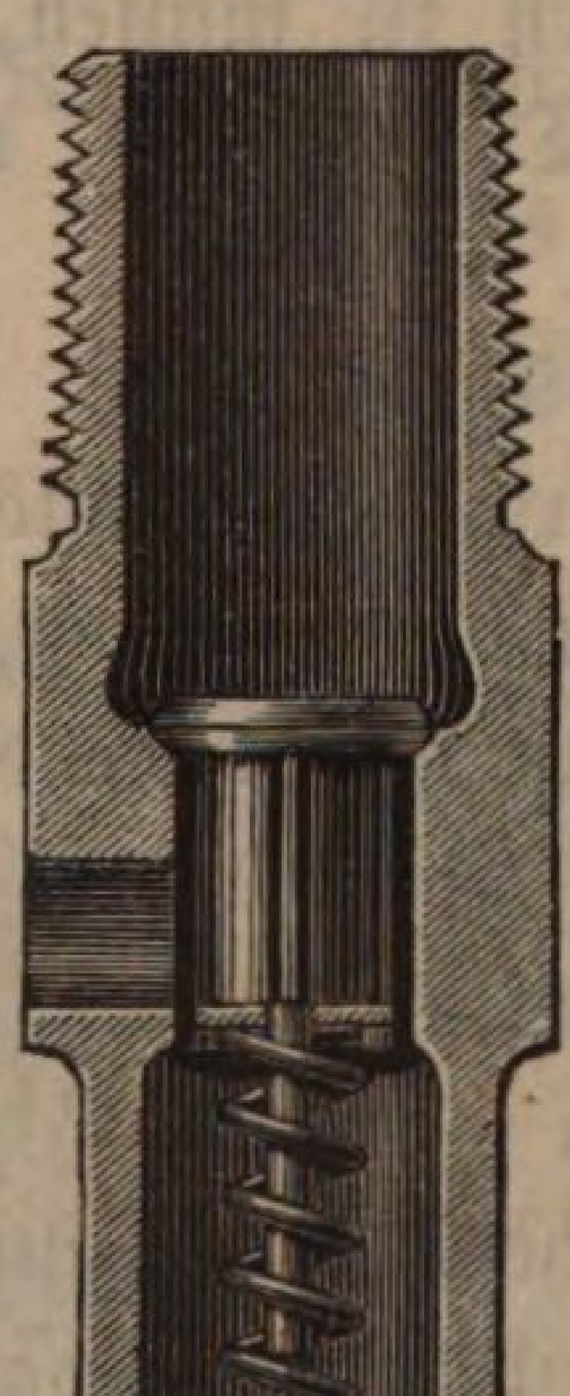
Deckel treffen kann. Dann muß der Dampfweg, wie jene Figur zeigt, in Boden und Deckel eingeschnitten werden.

Die richtige Stellung und solide Befestigung des Cylinders erfordern eine starke Grundplatte (bei den schwingenden Maschinen solide Zapfen); gehörige Zahl der Fundamentschrauben, weite Löcher für dieselben, um den Cylinder rücken zu können, Sicherung durch Haltstifte sind Dinge, auf welche stets geachtet sein muß.

Zum Schutze gegen Abkühlung und die schädliche Wärmeausstrahlung bekommt der Cylinder einen angegossenen oder einen umgeschraubten eiserblechernen Mantel (169.), oder man fügt einen solchen hölzernen, gut schließenden um ihn, füllt auch wohl den Zwischenraum mit Sägespänen oder Kuhhaaren oder Filz aus.

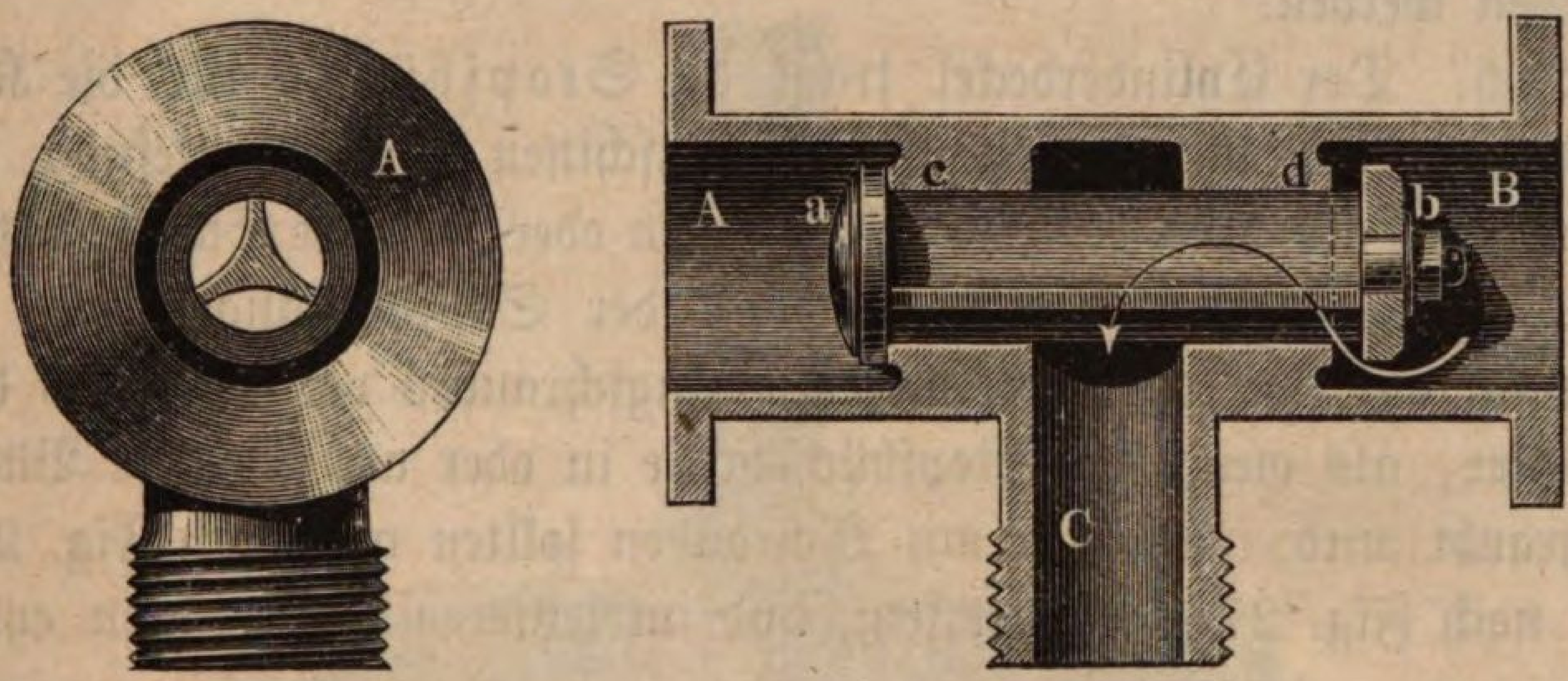
204. Der Cylinderboden bekommt bei den Maschinen, welche die Dampfwege nach Fig. 185 haben, einen Hahn oder ein Ventil. Diese Entwässerungsventile der Schiffmaschinen bekommen oft sehr große Dimensionen. Oftmals macht man diese Ventile selbstthätig, indem man sie mit Federbelastung wie ein Sicherheitsventil versieht, Fig. 275. Diese stellt ein an Lokomotiven gebräuchliches Ventil von Krauß dar. Das Kegelventil in dem Bronzegehäuse wird durch eine Spiralfeder leicht von seinem Sitze abgehalten, so lange kein starker Dampfdruck von oben darauf wirkt. Ein seitliches Loch gestattet den Abfluß des Wassers. Der Querschnitt des Gehäuses im mittlern, dickern Theil ist sechseckig, um kräftiges Einschrauben des schwach anlaufenden Gewindezapfens zu gestatten. An jedes Cylinderende im tiefsten Punkte wird ein solches Ventil dicht eingeschraubt, so daß seine Bohrung mit dem Spielraum zwischen Kolben und Deckel communicirt. Der eintretende Dampf preßt das Ventil auf den Sitz, von dem es sich hebt und Wasser ausläßt, sobald jene Dampffüllung beim Kolbenwechsel entweicht. Hier spritzt das Wasser ins Freie.

Fig. 275.



Ein selbstthätiges Entwässerungsventil anderer Art, von Schäffer und Budenberg zu beziehen, ist in Fig. 276 dargestellt.

Fig. 276.



Der kleine Apparat besteht aus zwei einander entgegengerichteten Ventilen *ab* mit ihren Sitzen *cd*, welche in dem Gehäuse *ABC* angebracht sind. Die Ventile sind mit einander fest verbunden, und zwar in einem solchen Abstande, daß immer das eine Ventil offen sein muß, wenn das andere geschlossen ist. Indem nun der Raum *A* mit dem einen Cylinderende, *B* mit dem anderen an derjenigen Stelle in Verbindung steht, wo das condensirte Wasser vorzugsweise gut abfließen kann, wird durch den Dampfdruck das Ventil *A* geschlossen, wenn an dem zugehörigen Cylinderende der Kolben umkehrt; demnach wird dann durch das geöffnete Ventil *B* das Wasser ohne jeglichen Dampfverlust ausgetrieben. Umgekehrtes geschieht, wenn der Kolben an dem Ende *B* des Cylinders umkehrt. Das Rohr *C* wird bei Hochdruckmaschinen zu einer passenden Stelle außerhalb weiter geführt, bei Condensationsmaschinen bis in den Condensator verlängert. Die Einrichtung eignet sich vorzüglich für liegende Maschinen, bei welchen man die Dampfwege nicht tief genug legen kann, um durch sie das Wasser abzuleiten. Die Cylinderdichtungen und Stopfbüchsen halten sich bei Anwendung der Vorrichtung weit besser als sonst.

Entwässerungsventile werden auch nicht selten in die Dampfleitungen eingeschaltet, um den Dampf schon vor seinem Eintritt in die Maschine zu trocknen. Sie sind namentlich wichtig bei Dampfheizungen und werden weiter unten näher besprochen. Das Was-

ser würde zwar auch durch die Dampfwege hinausgetrieben werden; allein es erzeugt dabei Stöße und nicht selten Brüche. Häufig muß auch der Cylinderdeckel mit einem solchen Hahn oder Ventil versehen werden.

205. Der Cylinderdeckel trägt die Stopfbüchse für die Kolbenstange, bei nicht horizontalen Maschinen eine Vertiefung für Schmiere, Talg, und bei Hanfkolben einen oder mehrere Schmierhähne.

Diese Stopfbüchsen und auch die der Schieberstangen sind gewöhnlich mit zwei oder drei äußeren Zugschrauben versehen, und dies ist besser, als wenn die Stopfbüchsbrille in oder auf die feste Büchse geschraubt wird. Büchsen mit Schrauben sollten nur nach Fig. 277 oder nach Fig. 278 gebildet sein, und im letzteren Falle unten cylin-

Fig. 277.

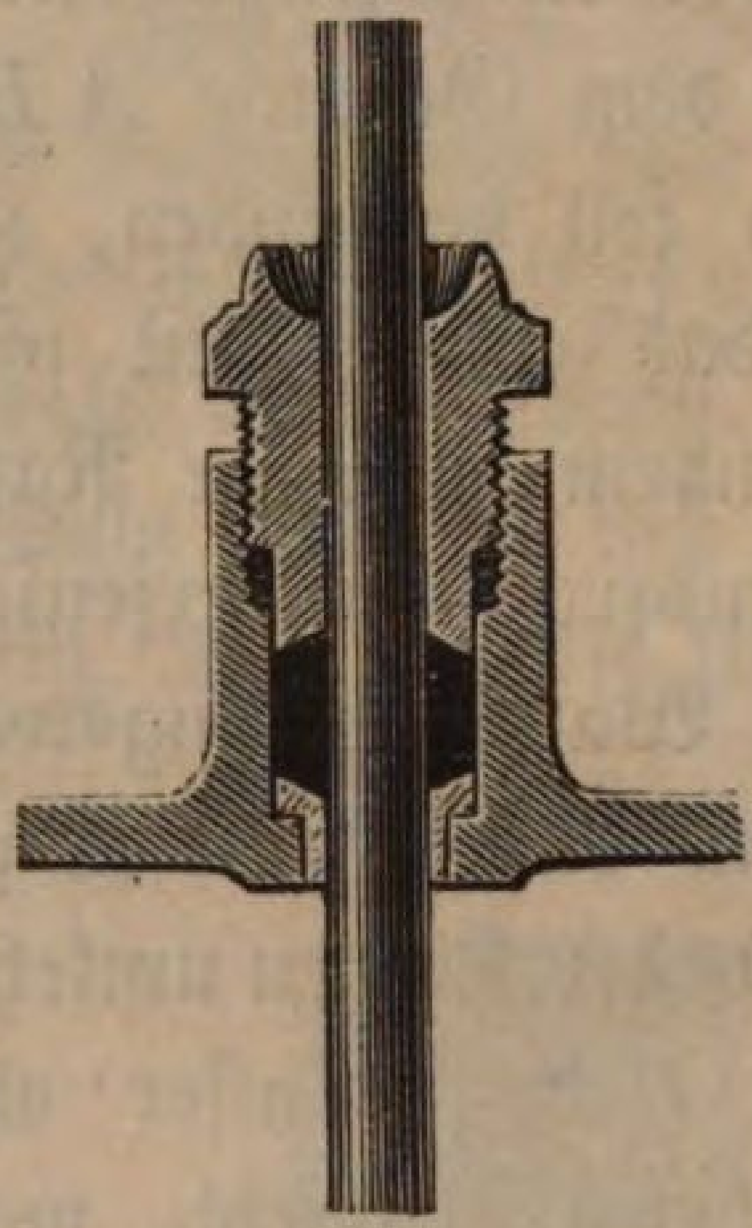


Fig. 278.

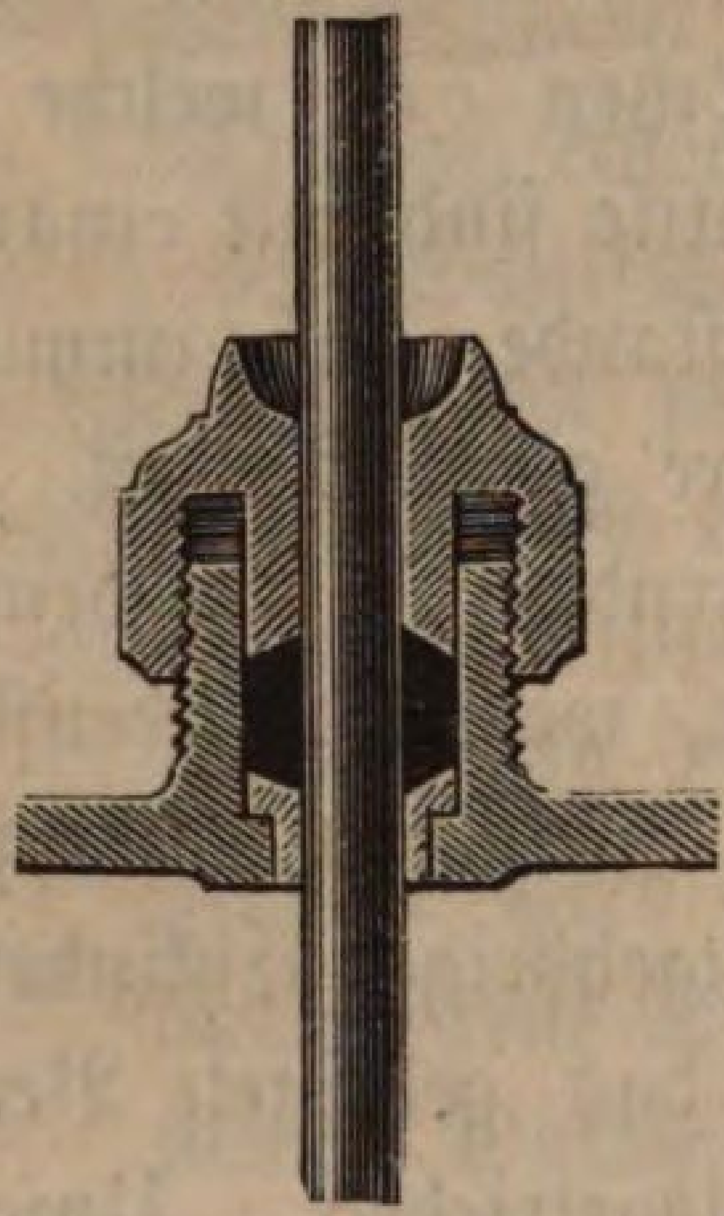
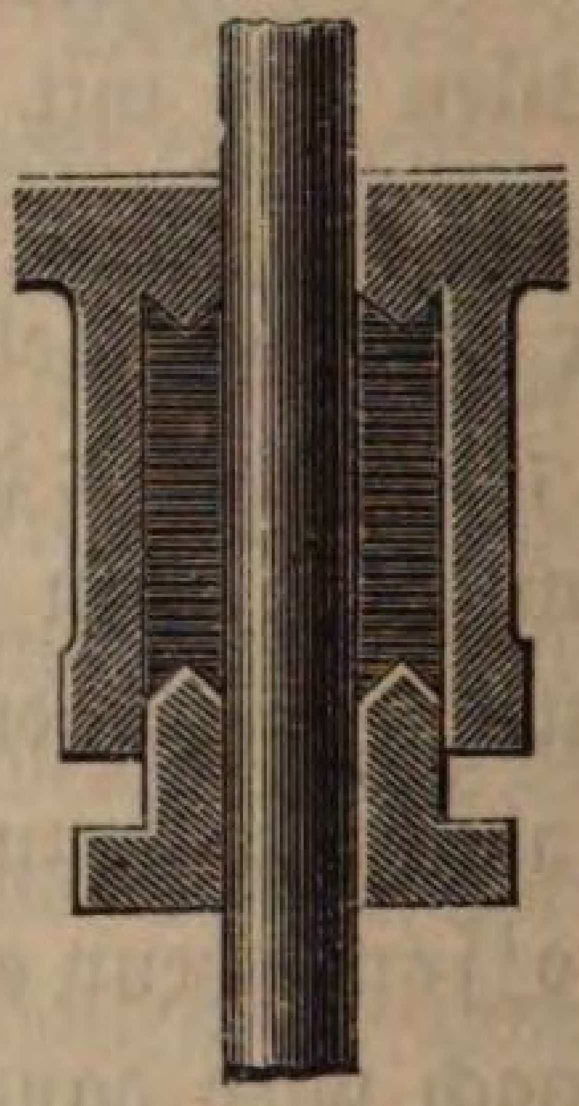


Fig. 279.



drisch, glatt oder ausgedreht sein, damit sich das Schraubengewinde nie voll Hanf pressen könne. Der Kelch der Brille muß etwas hoch sein, um einen kleinen Wergzopf aufnehmen zu können, welcher die Kolbenstange sauber erhält.

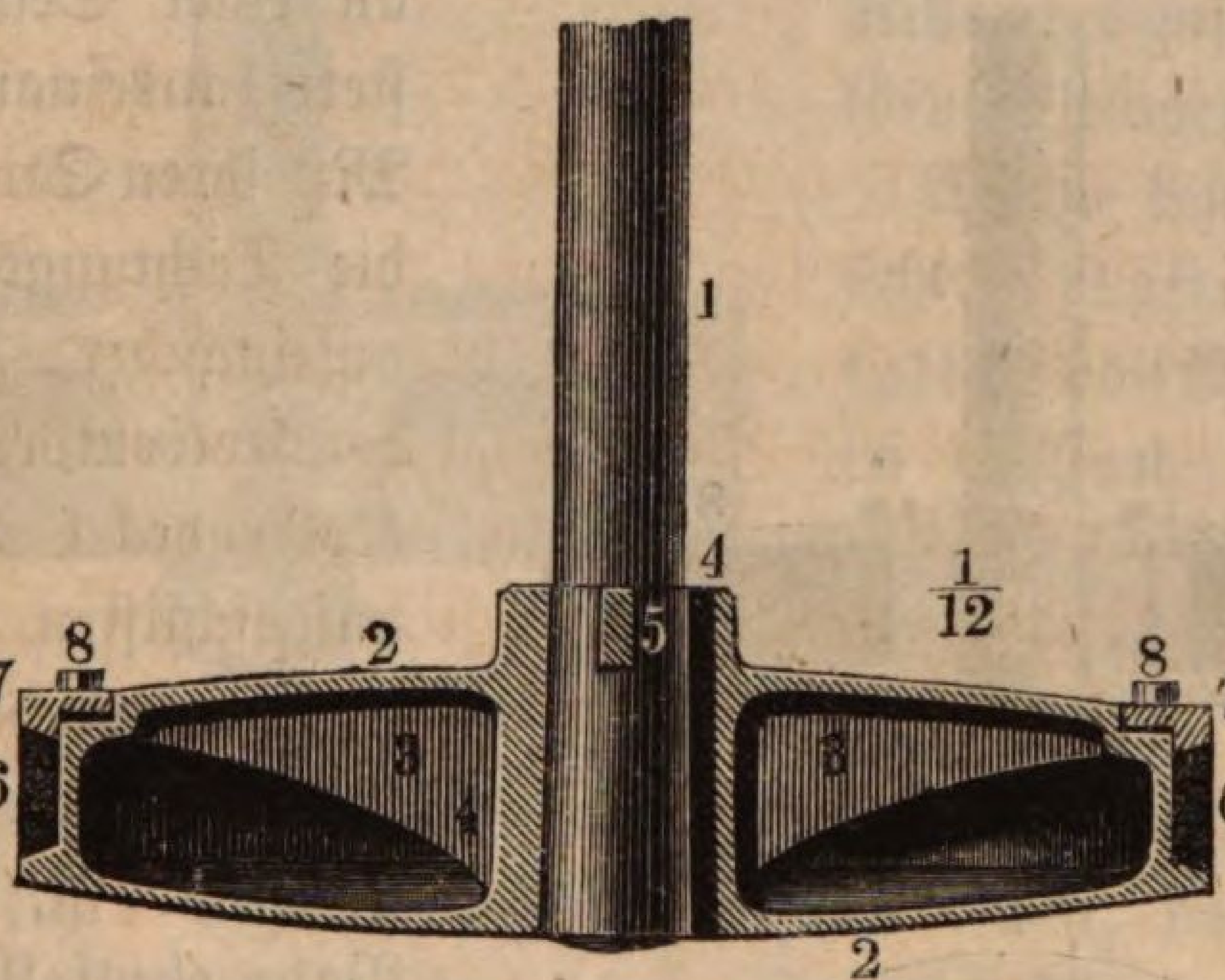
Besonders vortheilhaft in Erlangung des dampfdichten Schlusses zeigen sich Stopfbüchsen nach Fig. 279. Hier ist die Abschärfung auf der Mitte des ringförmigen Querschnittes, sie treibt also die Packung gleichzeitig nach außen ans Gehäuse und nach innen an die Stange.

206. Von dem Dampfkolben (piston; piston) geben wir Darstellungen in Fig. 280 bis 283, von denen erstere einen Hanf-, die letzteren Metallkolben darstellen.

Der Hanfkolben Fig. 280 ist ein solcher, wie er an den Schiffs-

maschinen von Penn sich gewöhnlich findet. 1 Kolbenstange, die unten konisch verdickt ist, 2 Kolbenkörper, hohl gegossen, innen durch

Fig. 280.

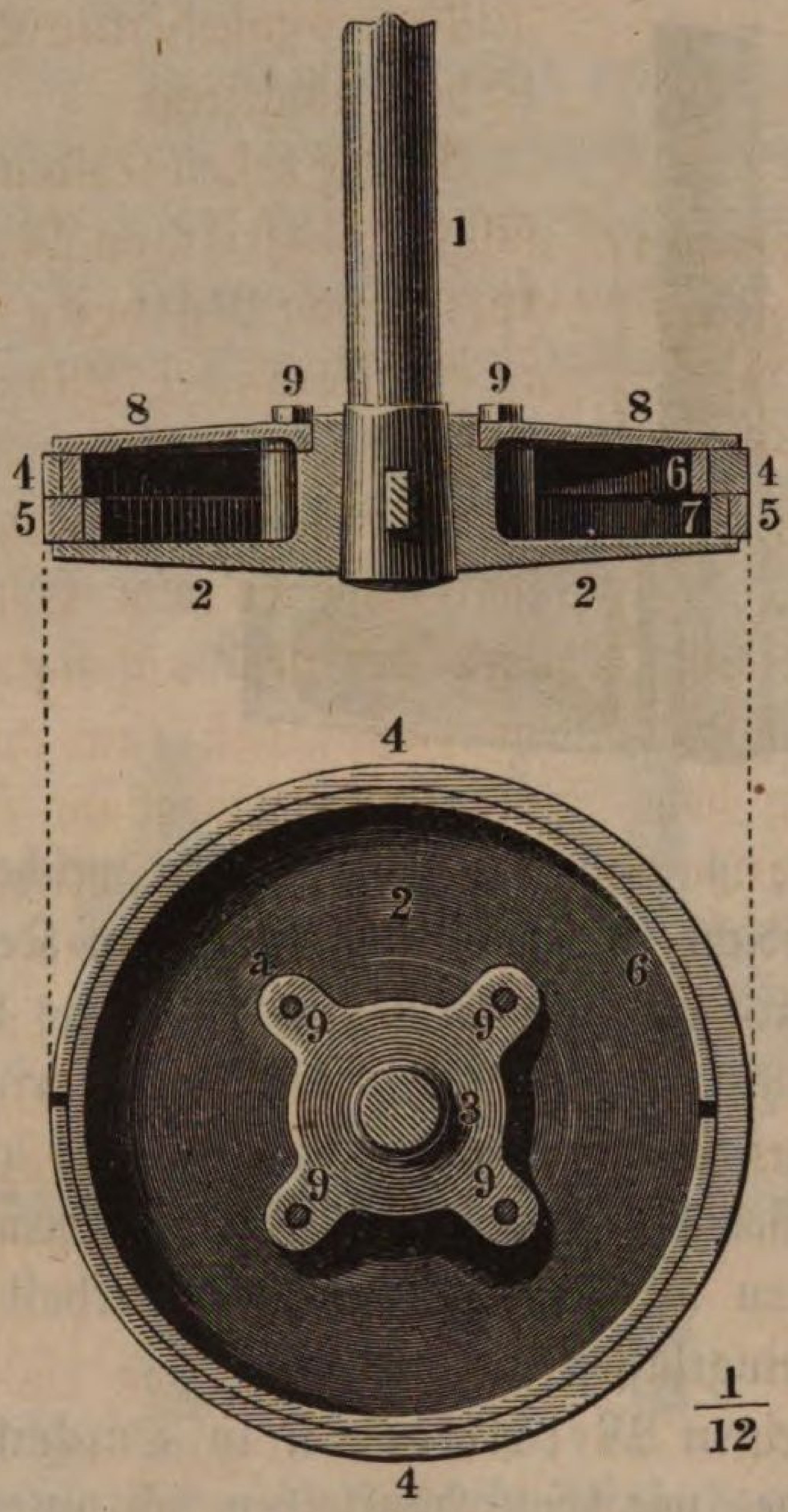


mehrere Rippen 3, 3 verstärkt; 4 Nabe des Kolbens, in welche der Konus der Kolbenstange dampfdicht eingepaßt und durch den Keil 5 festgehalten ist. Der Konus wird vor dem Einsetzen mit etwas Oelkitt bestrichen, damit keinenfalls Dampf durch die Nabe dringen könne. 6 Hanfliderung, aus geflochtenen Zöpfen bestehend. 7 ringförmiger Deckel zum Niederpressen der Liderungen. 8, 8 Schrauben zum Anziehen des Deckels, deren messingene Muttern innerhalb der Liderung in den Kolbenkörper eingelassen sind.

Fig. 281 (a. f. S.) zeigt einen Metallkolben in Durchschnitt und Grundriß. 1 Kolbenstange, wie beim Hanfkolben sich unten in einen Konus verdickend; die Nabe 3 des Kolbenkörpers 2 wird ebenfalls hier durch einen durchgehenden Stahlkeil auf dem Konus der Stange befestigt. Die Dichtung wird durch die Metallringe 4 und 5 hergestellt. Diese Ringe werden aus weichem Gußeisen, besser noch aus Bronze angefertigt, damit durch die Abnutzung hauptsächlich die leicht zu ersetzenden Ringe, und weniger die Cylinderwand angegriffen werde. Eine gute Metallmischung zu Kolbenringen ist: 49 Theile Zinn, $4^3/_{10}$ Theile Antimon, $3^1/_7$ Theile Kupfer. Die Ringe sind beide an einer Seite dünner von Wand als an der anderen, und sind zugleich an der dünnsten Stelle in schräger Richtung aufgeschnitten. Dadurch erhalten sie die Fähigkeit, sich bei eintretender Abnutzung

immer ausdehnen und dampfdicht an die Cylinderwand anlegen zu können. Sie werden zu dem Ende von den innen liegenden Stahlringen 6 und 7, die ebenfalls an einer Seite offen sind, stets auseinander gedrückt. Mit ihren Stirnflächen sind die Dichtungsringe sowohl aufeinander, als auch auf den Kolbenkörper 2 und den Kolbendeckel 8 dampfdicht aufgeschliffen. Der Deckel 8, der von den Schrauben 9, 9 auf den Kolbenkörper geschraubt ist, schließt an der Nabe ebenfalls dampfdicht, ohne dabei so fest aufgedrückt zu sein, daß die Dichtungsringe unverschiebbar festgeklemmt wären. Auf diese Weise muß der Kolben so lange dicht bleiben, als die Ringe nicht verschlissen sind. Die Schrauben 9 sind Kopfschrauben, deren Muttergewinde in den vier Knaggen des Körpers 2 liegt; bei noch sorgfältiger construirten Kolben findet man besondere messingene Muttern bei *a* in die Knaggen eingelassen, in diesen ist das Muttergewinde haltbarer als im Gußeisen des Kolbenkörpers.

Fig. 281.

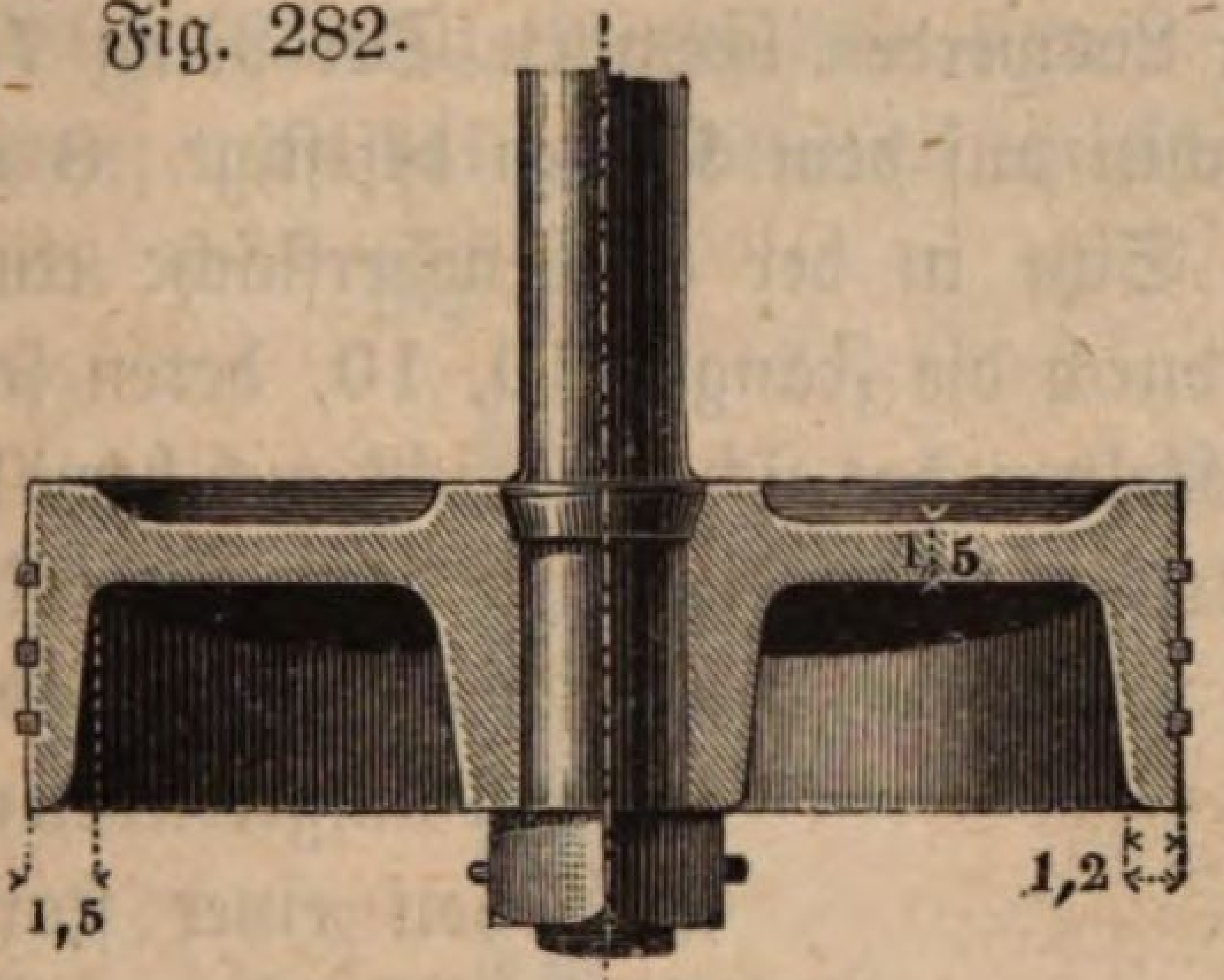


Man hat auch Metallkolben, bei denen das Auseinanderschieben der Liderungsringe durch einen von einer Feder angedrückten Keil geschieht, auch macht man oft die Dichtungsringe mehrtheilig, wie denn überhaupt in den Kolbenconstructionen vielerlei Formen bei einem und demselben Grundgedanken vorkommen.

Zu den einfachsten Constructionen ist man wieder zurückgegangen. Dahin gehört der Ramsbottom-Kolben, Fig. 282, der Liderungsringe

aus Stahl oder Messing hat. Diese sind aufgeschnitten, nach einem größeren Kreise als die Cylinderbohrung aufgebogen, dann mit Verwechselung der Stöße in die Rillen des gußeisernen Kolbenkörpers eingesetzt.

Fig. 282.

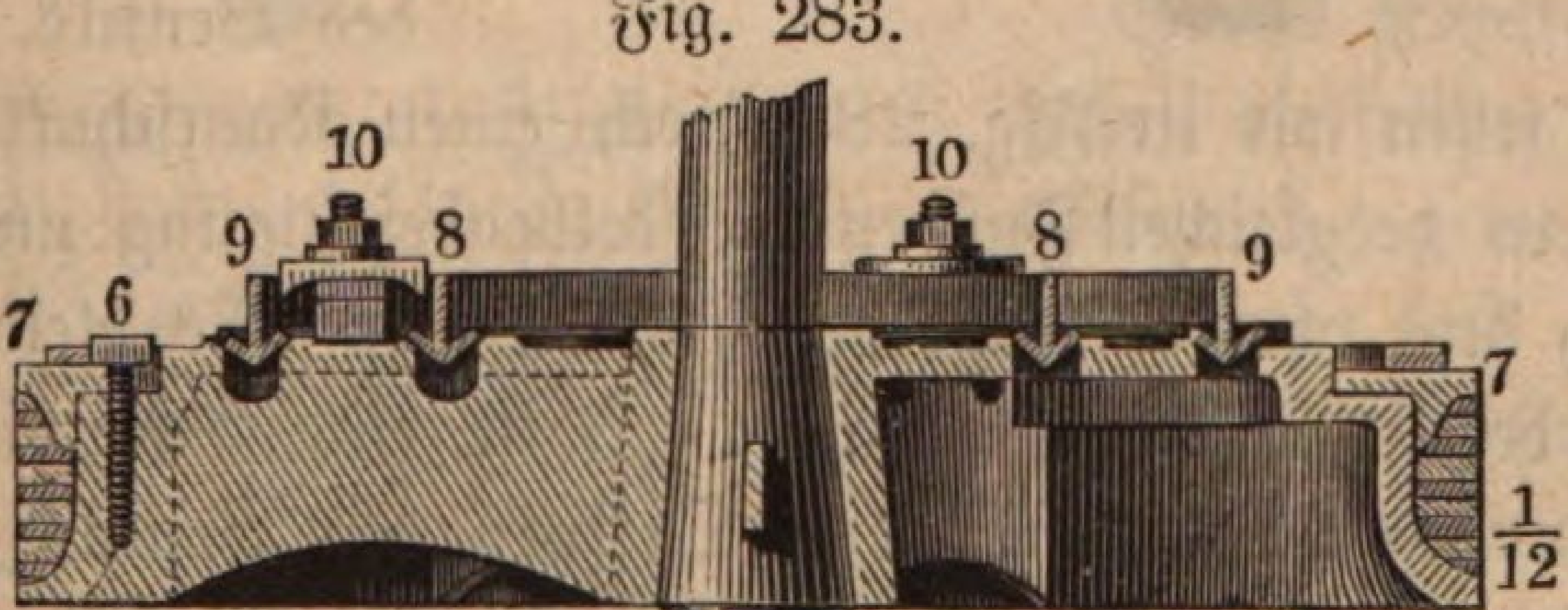


Als die besten Kolben haben sich die **elastischen Metallkolben von Mather u. Platt** in Salford bei Manchester bewährt. Die Fabrikanten liefern zu jeder Maschine, wenn man Angabe von Cylinderbohrung, Höhe des Kolbens und Kaliber des Kolbenstangenendes einsendet. Ihre Eigenthümlichkeit besteht darin, daß eine um den Kolbenkörper liegende 3 Gang hohe Spirale sich sowohl im Durchmesser als in der Höhe auszudehnen bestrebt und dabei die Ringe von Winkeleisenquerschnitt auseinander und an die Cylinderwand treibt. Ein für 760^{mm} Durchmesser passender Kolben dehnt sich lose bis auf 786^{mm} Durchmesser aus.

Metallkolben der verschiedensten Art findet man beschrieben im Technologiste 1843, Octobre, p. 39, und Publication industrielle Tome XII.

207. Fig. 283 zeigt einen **Luftpumpenkolben** von einer auf Schiffen oft zu findenden Construction. Derselbe ist ganz aus Rothguß gefertigt; er hat sechs Arme zwischen Nabe und Kranz, wovon der an der linken Seite der Figur gelegene durchschnitten gezeichnet ist.

Fig. 283.

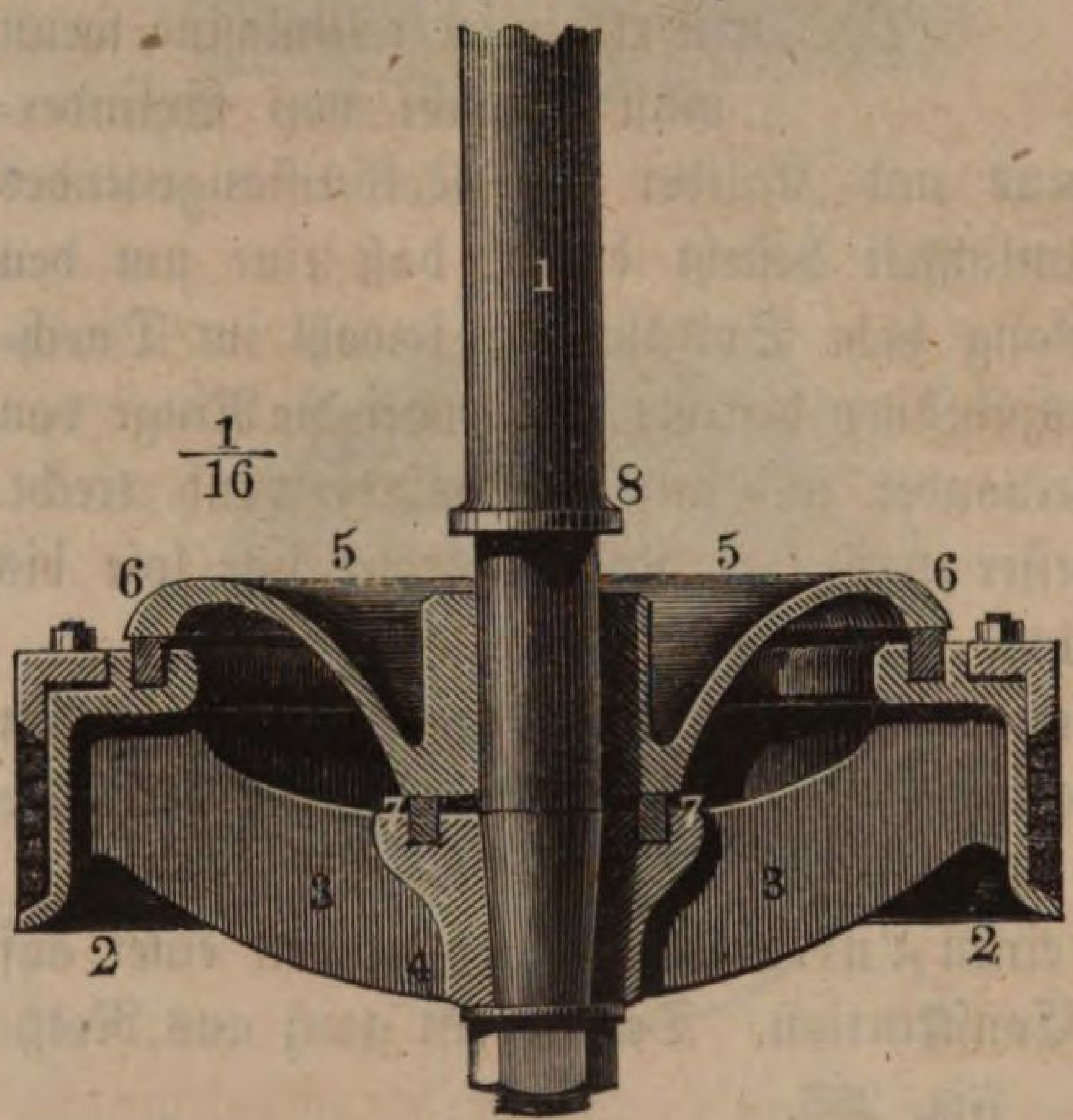


Die Packung des Kolbens ist so beschaffen, wie die des Hanfkolbens Fig. 280, die Befestigung auf der Kolbenstange wie die des

oben beschriebenen Metallkolbens. Die Köpfe der Packungsschrauben 6, 6 werden hier von einem schmiedeeisernen Ring 7, 7 umfaßt und dadurch die Schrauben vor dem Loswerden bewahrt. Der Ring 7, 7 ist mit drei besonderen Schräubchen auf dem Kolben befestigt. 8 und 9 sind zwei Ringventile, deren Sitze in der Kolbenoberfläche eingeschliffen sind. Ihr Hub wird durch die Fänger 10, 10, deren sechs vorhanden sind, begrenzt. Der Kolben hat sich als recht gut bewährt.

Einen anderen Luftpumpenkolben stellt Fig. 284 dar. Die Nabe 4 des Kolbenkörpers 2 ist von unten auf einen Konus der Kolbenstange 1 aufgetrieben und wird von einer starken Mutter festgehalten. Vier Arme 3, 3 verbinden Nabe und Kranz des Kolbens. Die Packung geschieht wie bei den früheren Hanfkolben. Auf dem Kolben sitzt das gußeiserne Tellerventil 5, bei 6, 6 und 7, 7 auf messingene Sitzringe aufgeschliffen. Der Anlauf 8 der Kolbenstange begrenzt den Hub des Ventils.

Fig. 284.

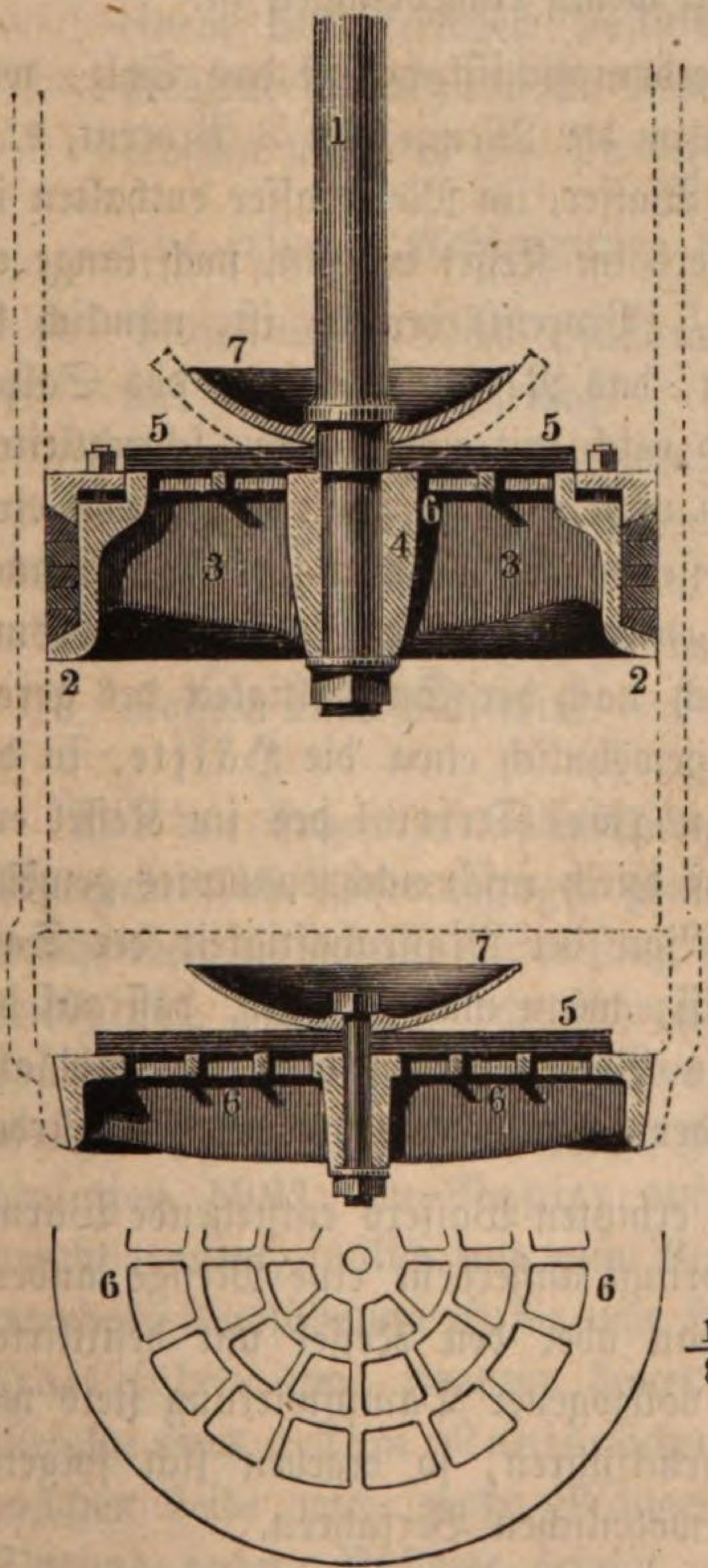


Endlich sehen wir in Fig. 285 noch einen Kautschukluftpumpenkolben und ein desgleichen Fußventil. Kolbenbefestigung und -Liderung werden nach dem vorigen leicht verständlich sein. Es bleibt nur noch das Ventil des Kolbens zu erklären. 5 ist eine Gummiplatte, auf einem Gitter 6 aufliegend. Beim Oeffnen des Ventils kommt die Gummiplatte in die punktirte Lage, indem sie sich an den Teller 7, welcher den Hub begrenzt, anlegt. Der Teller ist auch vielfach durchlocht, um die Adhäsion der Klappe und die Luftdruckwirkung aufzuheben. Es ist sehr gut zwischen dem Teller und der Gummiplatte an der Kolbenstange ein Spiel von $1/4$ bis $1/2''$ zu lassen, indem sich dann die Gummiplatte besser bewegen kann und daher länger hält. Kolben

und Teller sind von Gußeisen. Bei dem Fußventil bezeichnen die gleichen Zeichen die gleichen Gegenstände wie beim Kolben.

Diese Kautschukverschlüsse eignen sich vortrefflich für die Luftpumpen; man hat bei denselben im Vergleich mit Metallventilen eine wesentliche Verbesserung des Luftpumpenganges erreicht, indem sie das Vacuum bedeutend besser erzielen lassen. — Bei großen Luftpumpenkolben würde das Anbringen einer einzigen Gummiplatte zu unbequem und unsicher sein. Man versieht bei solchen den Kolben und das Fußventil mit mehreren kleineren Ventilen der obigen Art. Am zweckmäßigsten für Ventile sind die Gummitafeln mit Leinwandeinlage, da dieselben sich, durch die Leinwand gehalten, nicht beim Gebrauch strecken, wie die gewöhnlichen Kautschuktafeln.

Fig. 285.



$\frac{1}{8}$

Solche Kautschukklappen haben die früher vielfach im Gebrauch gewesenen aus Leinwand fast ganz verdrängt. Hergestellt wurden diese, indem man je zwei Leinwandstücke von erforderlicher Größe unter sich gut vernähte (steppte), zwei solcher Lagen wieder unter sich und so fort, bis die Klappe die erforderliche Dicke erreicht hatte.

208. Hinsichtlich der Niederschlagung des gebrauchten Dampfes ist in der neueren und neuesten Zeit eine Neuerung auf den Seeschiffen

durchgedrungen, welche für dieselben von außerordentlicher Wichtigkeit und Tragweite ist, nämlich die Anwendung der trockenen oder Oberflächen-Condensation (surface-condensation; cond. à surface), von welcher hier einige Hauptangaben gemacht werden sollen, da dieselbe voraussichtlich bald allgemein verbreitet sein wird, und zudem ihre Kenntniß bei uns auffallend wenig eingedrungen ist.

Ein mächtiger Feind der Seedampfschifffahrt ist das Salz, welches (vergl. 105) durchschnittlich in der Menge von 3 Procent, d. h. $^3/_{100}$ Pfund Salz auf 1 Pfund Wasser, im Meerwasser enthalten ist. Bei der Verdampfung des Wassers im Kessel beginnt, noch lange ehe der Sättigungspunkt (circa $37^1/_2$ Procent) erreicht ist, nämlich bei circa $12^1/_2$ Procent Salzgehalt, das Niederschlagen des Salzes. Hierdurch würde die Kesselwand rasch mit einer dicken, schlechtleitenden Kruste bedeckt werden, wenn man nicht in Zeiträumen von circa 2 Stunden einen Theil des Kesselwassers durch Abblasen (manchmal auch Auspumpen, s. 105) entfernte. Die Menge des jedesmal abzublasenden Wassers richtet sich nach der Salzhaltigkeit des gerade befahrenen Meeres; sie beträgt gewöhnlich etwa die Hälfte, in den indischen Gewässern sogar bis zu zwei Drittel des im Kessel enthaltenen Wassers, welches darauf durch rasch nachgepumptes gewöhnliches Seewasser ersetzt wird. Von der Massenhaftigkeit der Salzfällung erhält man einen Begriff, wenn man erfährt, daß auf den großen europäisch-amerikanischen Paketschiffen ohne das Abblasen circa 400 Centner Salz auf jeder Fahrt abgelagert werden würden.

Der durch das Abblasen des erhitzten Wassers entstehende Wärmeverlust ist sehr bedeutend und bringt außerdem eine Menge anderer Uebelstände mit sich. Kann man aber den Kessel mit destillirtem Wasser füllen, und dieses nach vollzogener Dampfwirkung stets wieder condensirt in den Kessel zurückführen, so ergeben sich folgende bedeutende Vortheile vor dem gewöhnlichen Verfahren.

1) Direkte Kohlenersparniß von 13 bis 30 Procent.
2) Verminderung der Kesselgröße.
3) Ersparung der Kesselreinigung.
4) Größere — mindestens 2- bis 3fache — Dauer der Kessel wegen des völligen Fehlens des Kesselsteines.

5) Verminderung der Explosionsgefahr, weil der Wasserstand im Kessel fast ganz unveränderlich ist.

6) Bessere Erhaltung der Maschine, weil in diese keine reibenden erdigen Theile mitgerissen werden.

7) Ersparniß an Transportkosten der Kohlen. Nimmt man bei einem 500pferdigen Postschiffe eine (schon vielfach erreichte) Kohlenersparniß von 25 Procent an, so ergibt dies bei 4 Pfund Kohlen stündlich pro Pferdestärke für eine 14tägige Meerfahrt eine ersparte Kohlenmenge von $\frac{14.24.4.500}{4} = \frac{672000}{4}$ Pfund = 168000 Pfund oder nahe 84 Tonnen, bei ebenso-viel Nutzlastvermehrung.

8) Die Möglichkeit, hochgespannte Dämpfe und damit starke Expansion zu verwenden, indem bei dem gewöhnlichen Verfahren bei Dampfspannungen über 2 Atmosphären Ueberdruck die Salzfällung so reißend zunimmt, daß ein günstiger Betrieb des Kessels unmöglich wird.

Aus den angeführten Umständen erklärt es sich, daß man ganz außerordentliche Anstrengungen gemacht hat, die trockene Condensation, welche eben die genannte Speisung des Kessels mit destillirtem Wasser ermöglicht, praktisch durchzuführen. Der Oberflächen-Condensation von Newcomen (1705) und der nur wenig besseren von Cartwright (1797) nur beiläufig zu gedenken, ist die erste trockene Condensation 1821 von Napier auf dem Seeschiff „Postbote“ angewandt worden, freilich nur zum Versuch und auf kurze Zeit; die erste namhafte Ausführung ist die von Hall (1836) auf dem „Hercules“. Hall führte etwa zwanzig seiner Vorrichtungen mit einem guten Erfolge aus. Dem Napier'schen und dem Hall'schen Systeme, welchen beide noch große Mängel anhafteten, sind mehr als ein Dutzend andere Systeme gefolgt. Alle laufen darauf hinaus, den niederzuschlagenden Dampf mit den Wänden vieler enger und sehr dünnwandiger Röhren in Berührung zu bringen, welche durch kaltes (See-) Wasser kühl gehalten werden. In den letzten Jahren (von 1860 ab) ist man dahin gelangt, die Aufgabe mit großer Vollkommenheit zu lösen. Daß man so viele Jahre des Studiums gebraucht

hat, wird begreiflich, wenn man folgende Schwierigkeiten bedenkt, die der Benutzung der Oberflächen-Condensation entgegentreten.

Große Anlagekosten des Condensators, 40 bis 80 Thaler pro Pferdestärke der Maschine; großes Gewicht der Röhren; Nothwendigkeit einer bequemen Reinigung derselben; Schwierigkeit die Röhren ganz und dicht zu erhalten, sowie ihre Oxydation zu verhüten; Schwierigkeit, die Einbauung, Ausbesserung und Reinigung der Röhren genügend schnell zu vollziehen, indem ihre Zahl von 500 bis zu 4000 Stück steigt.

Alle diese, theilweise unübersteiglich erscheinenden Hindernisse sind nun thatsächlich überwunden, womit die Maschinenbaukunde keinen ihrer kleinsten, obgleich weniger bekannten Triumphe gefeiert hat. Die sämmtlichen in praktische Anwendung gekommenen Systeme lassen sich in zwei große Klassen bringen, je nachdem die Wärmeentziehung, welche an dem niederzuschlagenden Dampfe vorzunehmen ist, geschieht:

a) durch Bespülung der Gegenseite der Rohrwände mit kühlem Wasser, also durch Erwärmung des Kühlwassers,

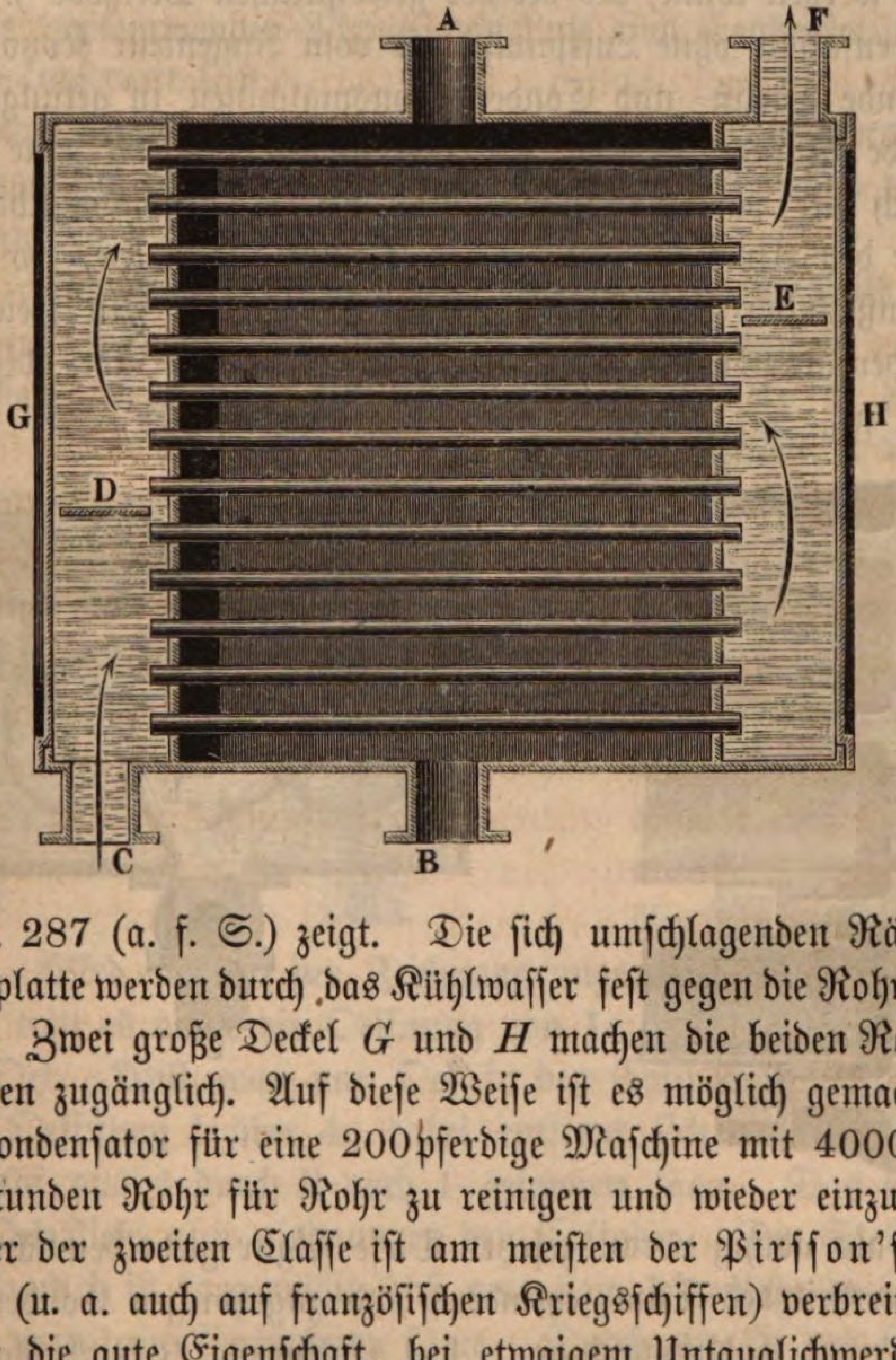
b) durch Betröpfelung der Gegenseite der Rohrwände mit kühlem Wasser, also durch Verdunstung des Kühlwassers.

Zur ersten Klasse gehören die Condensatoren von Napier, Hall, Sewell, Rowan, Clark u. A., zur zweiten Classe die von Pirsson, Pontifex, Louch u. A.

Unter den erstgenannten ist der Condensator von Sewell wohl der hervorragend beste. Fig. 286 gibt einen (schematischen) Durchschnitt desselben. Bei A tritt der zu condensirende Dampf in einen mit sehr vielen Kühlröhren quer durchzogenen Kasten, kühlt sich an den Röhren ab, und geht unten bei B, condensirt, als Wasser ab; der Dampf umspült also die Kühlröhren. Das Kühlwasser tritt, durch eine besondere Kühlpumpe getrieben, bei C ein, zieht, durch die Zwischenwände D und E geleitet, im Zickzack durch das Röhrensystem, und fließt bei F beladen mit der dem Dampfe entzogenen Wärme ab, um ins Freie zu fließen. Die Röhren sind aus Messing, 20^{mm} äußeren Durchmesser haltend, bei $1{,}5^{mm}$ Wanddicke und 2 bis 3^{m} Länge und stehen 10^{mm} auseinander. Ihre Dichtung an den beiden Enden ist sehr geschickt eingerichtet. Eine durchlochte Kautschukplatte, welche für 40 bis 50 Röhren gleichzeitig dient, ist

über die vorstehenden Rohrenden gestreift und durch eine durchlochte Gußeisenplatte mit vorstehenden Rippen an die Rohrwand angepreßt,

Fig. 286.



wie Fig. 287 (a. f. S.) zeigt. Die sich umschlagenden Ränder der Gummiplatte werden durch das Kühlwasser fest gegen die Rohrumfänge gedrückt. Zwei große Deckel *G* und *H* machen die beiden Rohrwände von außen zugänglich. Auf diese Weise ist es möglich gemacht, z. B. einen Condensator für eine 200pferdige Maschine mit 4000 Röhren in 4 Stunden Rohr für Rohr zu reinigen und wieder einzusetzen.

Unter der zweiten Classe ist am meisten der Pirsson'sche Condensator (u. a. auch auf französischen Kriegsschiffen) verbreitet. Derselbe hat die gute Eigenschaft, bei etwaigem Untauglichwerden rasch in einen gewöhnlichen Condensator umgewandelt werden zu können. Aus verläßlichen Angaben geht hervor, daß bei den guten Röhrencondensatoren 1) die Kühlfläche ungefähr $2^1/_2 \square'$ (0,25 $\square^m$) pro (Indicator-) Pferdestärke betragen soll; 2) daß an Condensationswasser dabei ungefähr ebensoviel wie bei einem gewöhnlichen Condensator beansprucht wird; 3) daß die Luftpumpe, d. i. die Pumpe zum Weg-

schaffen des condensirten Wassers aus dem Condensator nur etwa $^1/_2$ bis $^1/_3$ des Volumens einer gewöhnlichen Luftpumpe zu haben braucht, und daß 4) das Vacuum wenigstens ebenso hoch, wenn nicht höher getrieben werden könne, als bei der gewöhnlichen Methode*).

Condensation ohne Luftpumpe ist vom Ingenieur Kotzo in Pest für liegende Corliß- und Condensationsmaschinen in gelungener Art zu Stande gebracht worden. Der Erfinder empfiehlt seine Einrichtung auch für partielle Condensation an Expansionsmaschinen, die bis unter den Atmosphärendruck den Dampf ausdehnen, wo sie dann den Zufluß kalter Luft in den Cylinder abhält. Ein freier Abfall des Condensationswassers ist in Fig. 288, dem Bilde obiger Vor-

Fig. 287.

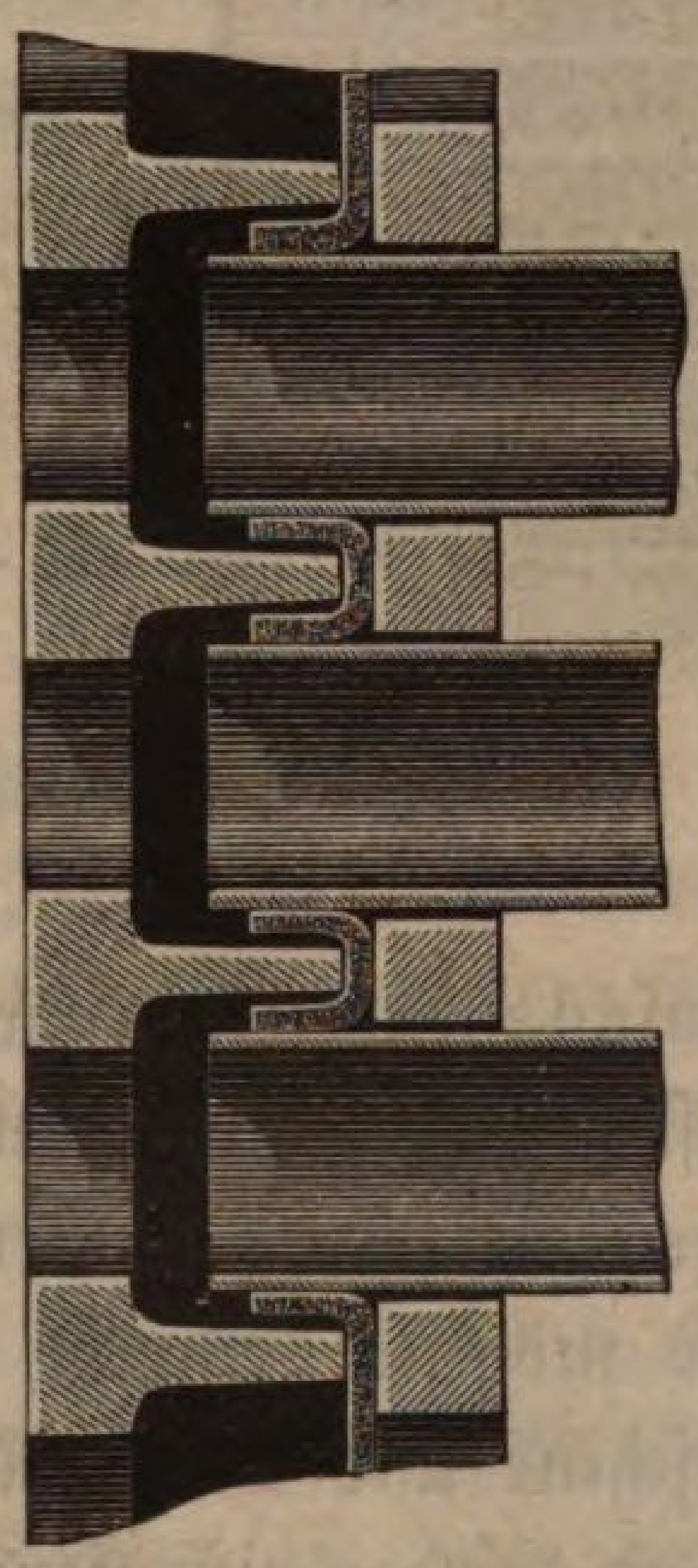
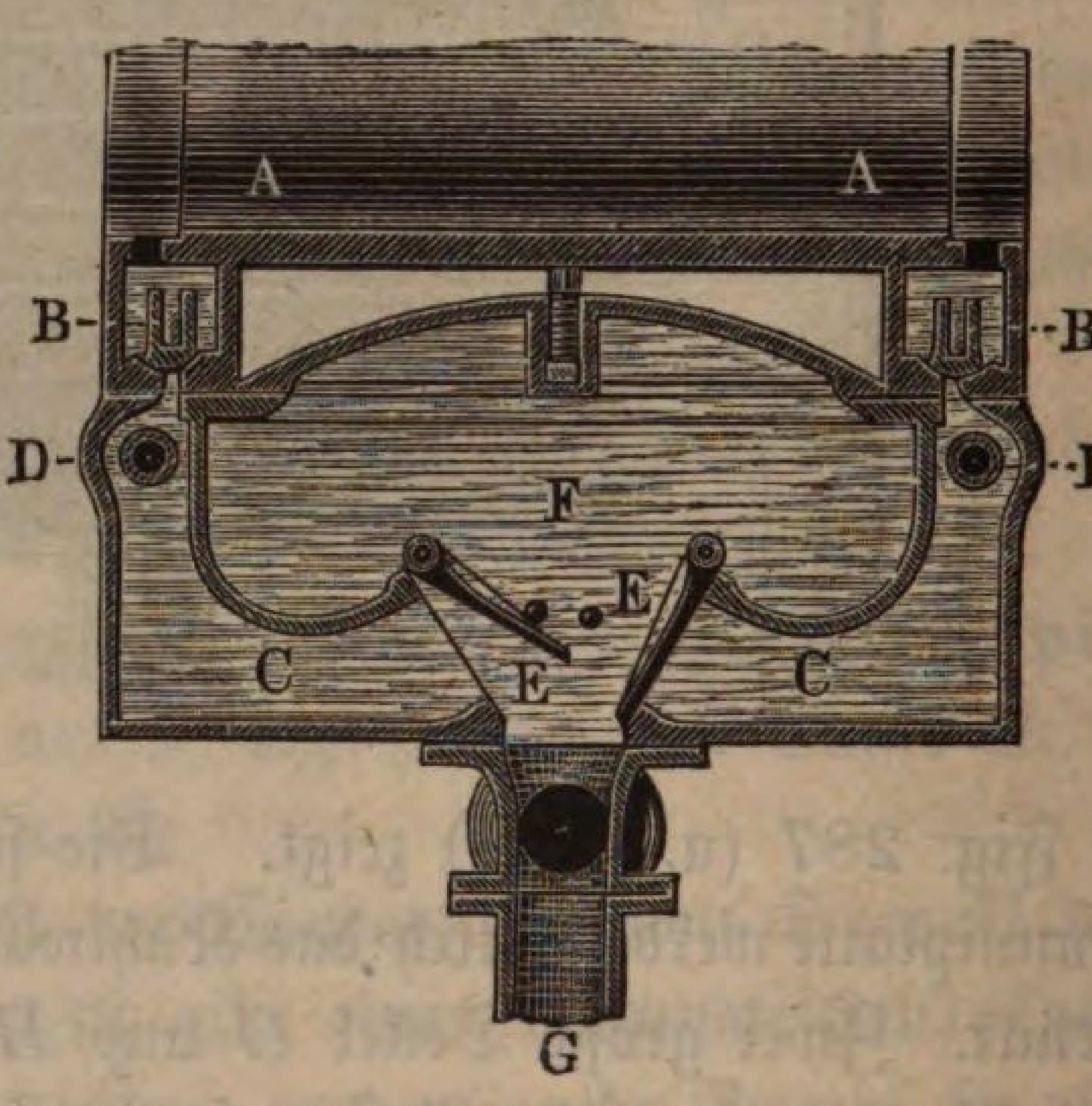


Fig. 288.



richtung, als nöthig vorausgesetzt. Diese Figur giebt den Längsschnitt vom Untertheil des Dampfcylinders und zugehörigen Condensationsapparate einer Corlißmaschine. *A A* Cylinder; *B B* Auslaßschieber für den Dampf, der in Kästen *C C* strömt, dabei aber die Brauseröhren *D D* passirt. Eine Pumpe mit Voreilung preßt hier zu jedem

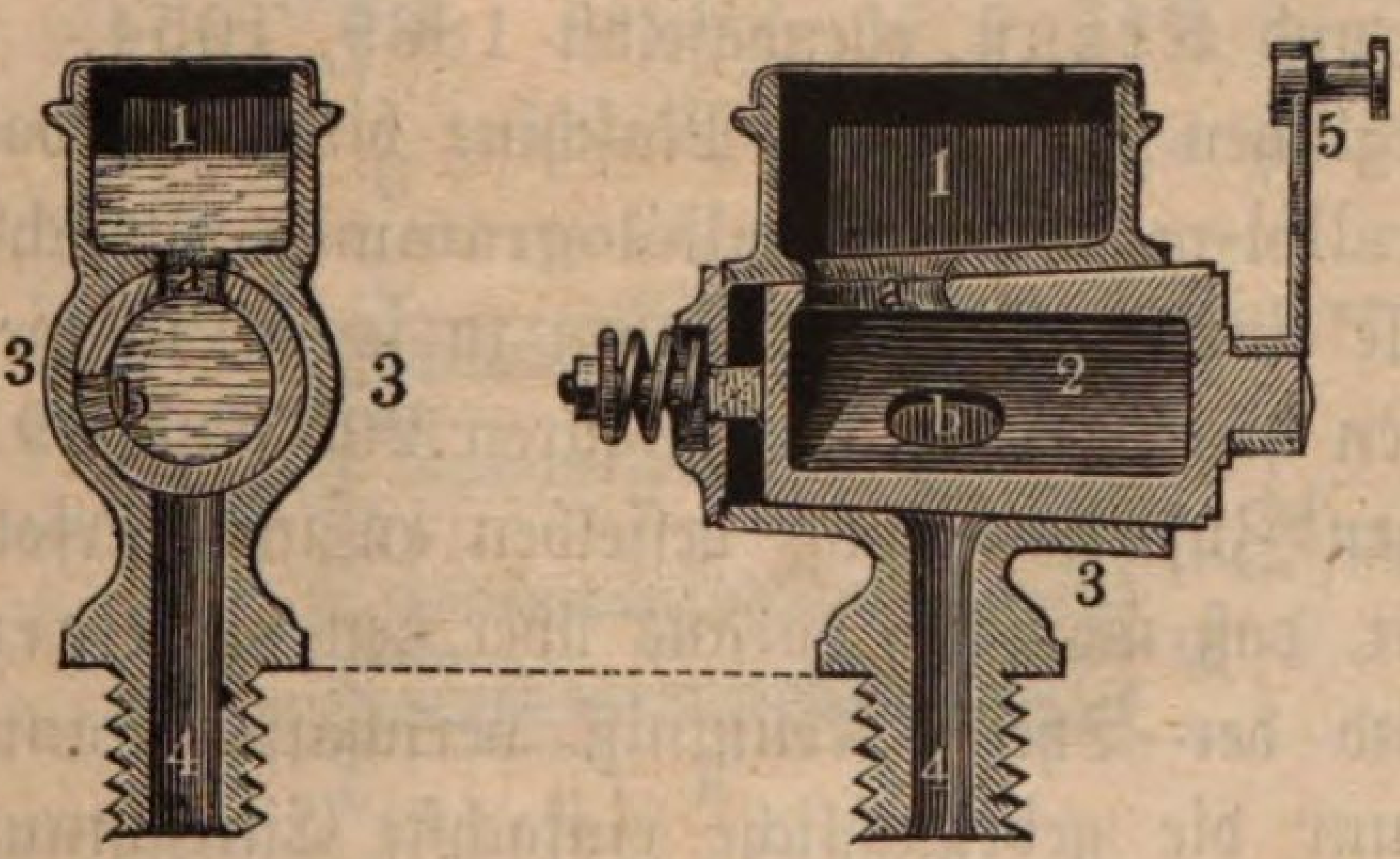
*) Sehr schöne Zusammenstellungen über die trockene Condensation findet man u. a. im „Engineer" 1861, März, S. 183 ff., und 1861, November, S. 277.

Dampfstoß feine Strahlen kalten Wassers aus, während die Klappe *E* jedes Kastens ihn dabei unten verschlossen hält. Diese öffnet sich beim Kolbenwechsel und läßt nun Wasser und Luft in den großen Kasten *F* und Abfallrohr *G* fallen. Es müssen die Kästen *C C* genau der vorkommenden Menge von Luft und Condensationswasser genügend construirt sein.

Indicatorversuche an mit solchem Condensator versehenen Maschinen haben günstige Resultate ergeben, was sich auch schon aus dem Wegfall der Luftpumpe erklärt.

209. Die Hanfkolben bedürfen sehr viel Fett, weshalb auf den zugehörigen Cylinderdeckeln immer Schmiervorrichtungen angebracht sein müssen. Ein guter Cylinderschmierhahn ist der in Fig. 289 dargestellte. 1 Oelbehälter durch einen leichten Blechdeckel vor Staub geschützt; 2 Hahnschlüssel, 3 Hahngehäuse, 4 Rohransatz, in den Cylinder führend. Der hohle Hahnschlüssel hat zwei einander **nicht** gegenüberstehende Oeffnungen *a* und *b*. Wird, wie in der Zeichnung angegeben, *a* nach oben gedreht, so tritt es unter die Oeffnung von 1, und der Schlüssel füllt sich mit Oel. Will man nun Oel in den Cylinder lassen, so dreht man die Oeffnung *b* über 4; dabei entfernt sich *a* von 1, so daß kein Dampf aus 4 durch 2 nach 1 gelangen kann. Das in 2 enthaltene Oel fließt aber alsdann in den Cylinder. Die Stellung der Löcher *a* und *b* ist so gewählt, daß man 2 in keine Lage drehen kann, bei der 4 mit 1 in Verbindung käme. Durch eine in das Hebelchen 5 eingelenkte Stange kann der Hahn vom Standorte des Maschinenwärters aus bequem gehandhabt werden.

Fig. 289.



Die Metallkolben bedürfen weit weniger Schmierung mit Oel als der Hanfkolben; das sich im Cylinder und in der Dampfbüchse condensirende Wasser dient für sie als Schmiermittel, welches bei langsamem Gange der Maschine oft schon allein genügt.

Anders verhält es sich bei Maschinen, die mit großer Geschwindigkeit der Kolben arbeiten, wo der Dampfdruck ein sehr hoher, die Wasserabführung eine fast vollständige ist und wo Leergang also ohne Dampfzufluß stattfindet. Das ist bei den Lokomotiven der Fall und zeigt sich dabei ein rasches Verderben der reibenden Theile durch solchen Trockengang. Man begegnet demselben durch Anbringen derartiger Schmiervorrichtungen, die während der Nutzarbeit gar nicht oder wenig ölen, aber beim Leergang durch den Wegfall des Dampfdruckes in Thätigkeit gesetzt werden. Es werden dadurch die benöthigten Theile im Zustande der Ruhe oder des schädlichen Leerlaufs geschmiert und so mit sehr geringem Oelverbrauch in höchst möglicher Schonung erhalten.

Bewährt haben sich hier die Apparate von Schollwer, Polyt. Centralblatt 1868, 361, und Krauß, ebendaselbst 1869, 1054.

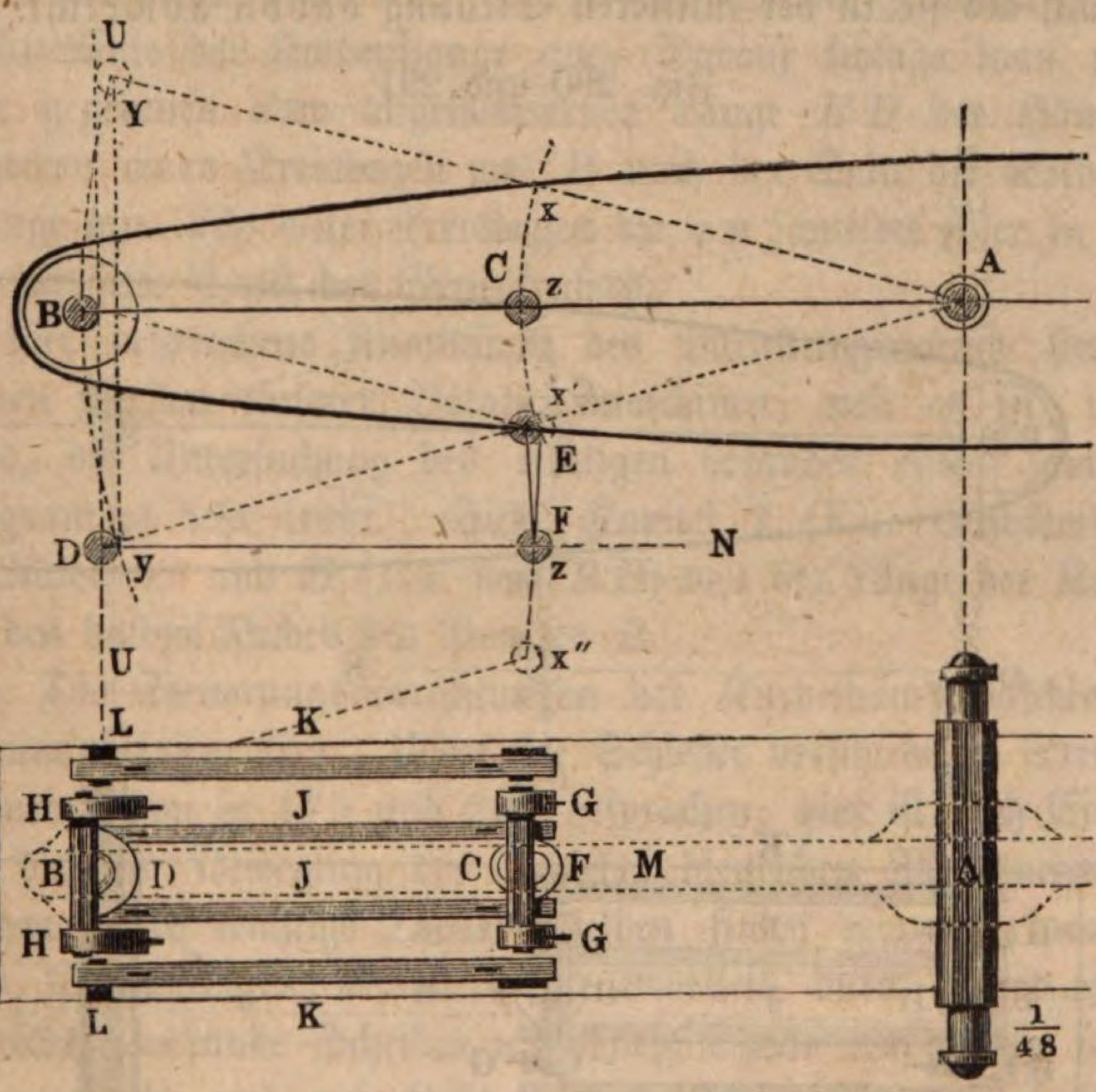
210. Von den beweglichen Theilen der Maschine bietet sich das Parallelogramm (parallel-motion; parallélogramme) zunächst dar. Genaueres über alle einzelne Theile desselben zu sagen, ist hier nicht am Ort. Wir geben hier nur in den Figuren 290 und 291 in Linien den geometrischen Zusammenhang desselben an und verfolgen die Bewegung so weit, daß man sich daraus über den richtigen oder unrichtigen Stand der Theile Kenntniß verschaffen kann. Dabei ziehen wir aber nur die gebräuchliche einfachste Einrichtung des Parallelogramms in Betracht.

Fig. 290 Aufriß, und Fig. 291 obere Ansicht.

A ist der Mittel- oder Drehpunkt des Balanciers, *B* der äußere Zapfen, *C* der mittlere, der gewöhnlich von *A* und *B* gleich weit entfernt ist. *D* das Kopfende der Kolbenstange und Kreuzbüchse oder des Querhauptes. *E* ist der Aufhängepunkt der Pumpenstange (Steuerstange bei den cornischen Maschinen; vgl. 178), *B* und *D* sind durch die beiden äußeren Bänder *H H* (Scheeren oder Hängeschienen), Fig. 291, *C* und *F* durch die inneren Bänder *G G* verbunden. Das Querhaupt *D* und das Zapfenstück (Auge) *F* sind durch die Strebstangen *J J*, die sogenannten Parallelstangen, verbunden; auch gehen von *F* aus die Stangen *K K* an feste Punkte *L L* des Gebälkes oder des Maschinengestells. Die letzteren Stangen heißen die Gegenlenker des Parallelogramms. Alle Zapfen drehen

sich in bronzenen Pfannen der Bänder und Stangen, mit Ausnahme der Stellen, wo die Bänder *CF*(*G*) an dem Auge *F* unveränderlich

Fig. 290 und 291.

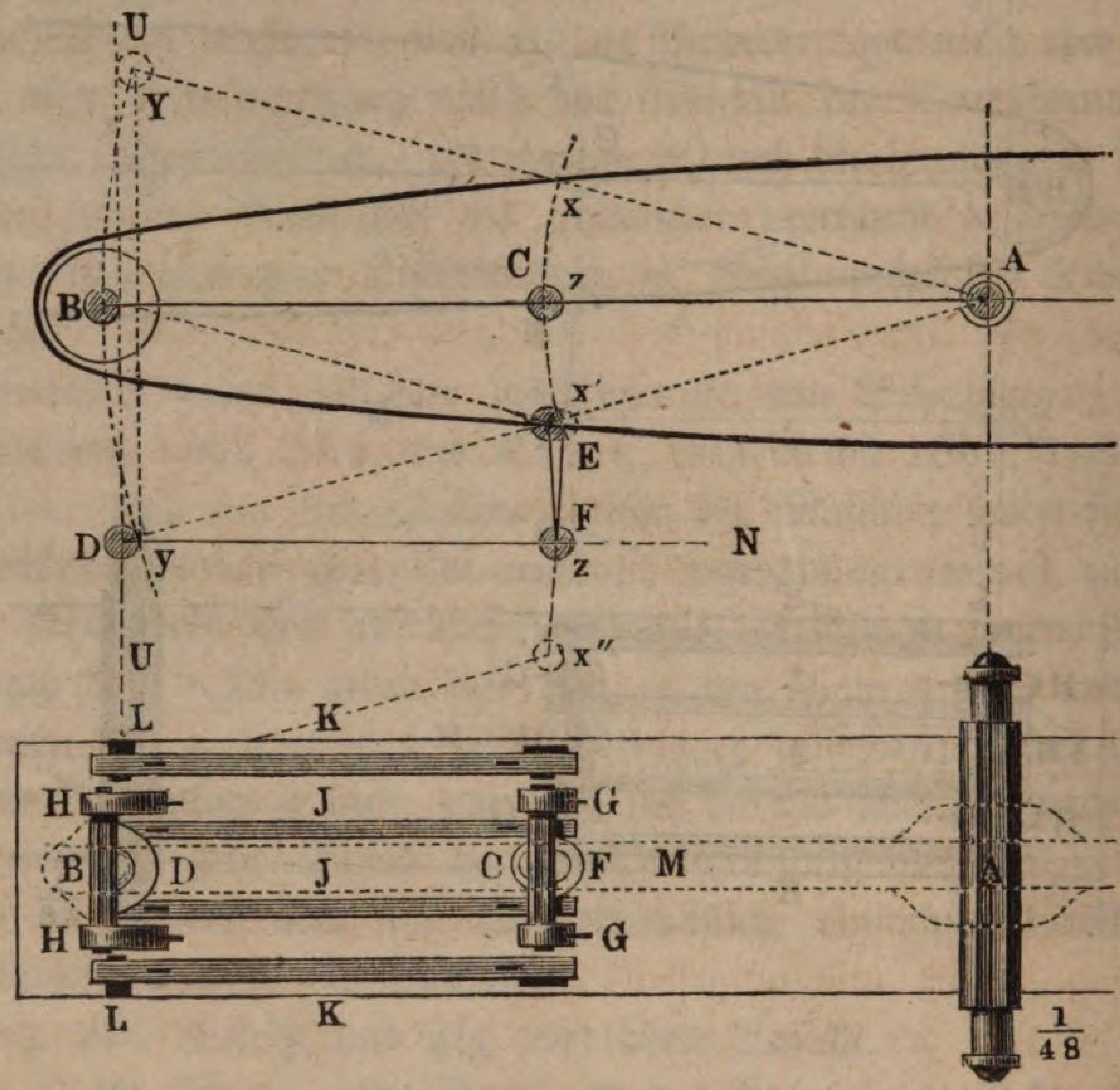


festgestellt sind, damit sich das Auge *M* nicht verstellen könne. Eine jede Pfanne muß gehörig angezogen werden können; deshalb sind Keile und Stellschrauben an den Stangenköpfen angebracht. Bei der Bewegung des Balanciers beschreibt der Punkt *C* den Bogen $x x'$, der Punkt *F* den Bogen $x' x''$, dadurch entspringt für den zwischen beiden liegenden Punkt *E* eine (sehr annähernd) geradlinige und zu *BA* senkrechte Bewegung auf der Linie *z z*. Dieses ist so lange richtig, als der Winkel $x A x'$ nicht größer als 40° wird.

Ein jeder Punkt, in welchem die verlängerte *AE* das Parallelogramm schneidet, macht ebenfalls eine geradlinig auf- und abgehende Bewegung. Das ist nun auch der Fall mit dem Punkte *D*, der sich in der Vertikalen *u u* auf- und abbewegt.

Man sieht, daß $u u$ das zwischen B und die Gerade $y y$ fallende Stück von $A B$ halbirt, so daß die Hängescheere $B D$ in der obersten und der untersten Stellung des Balanciers ebensoviel nach A hin abweicht, als sie in der mittleren Stellung davon abweicht.

Fig. 290 und 291.



Bei dem vorliegenden Parallelogramm gelten folgende Maßbestimmungen. Es ist:

1) $A C = D F$;
2) $C F = B D$;
3) $C E = E F$;
4) die festen Punkte L L haben eine durchaus bestimmte Lage zum Parallelogramm. — Man findet dieselbe auf folgende Weise: Man ziehe zu jeder Seite von $A B$ eine Parallele zu derselben, die um den halben Kolbenhub von $A B$ absteht, und schlage aus A einen Kreisbogen durch B, der jene

Parallelen schneidet; die Schnittpunkte würden hier in *y y* fallen. Nun ziehe man die Gerade *y y* und halbire das zwischen *B* und *y y* fallende Stück von *A B* durch eine zu *A B* senkrechte Linie *u u*. Diese gibt auf der Zeichnung die Mittellinie der Kolbenstange an. Darauf schlage man mit der gegebenen oder angenommenen Länge *B D* der Hängescheeren einen Kreisbogen aus *B* nach der Seite der Kolbenstange hin. Wo dieser Kreisbogen die *u u* schneidet (hier in *D*) ist der feste Punkt des Gegenlenkers.

Die hier besprochene Anordnung des Parallelogramms findet sich an den meisten unserer Balanciermaschinen, und es ist, wie man sieht, die Untersuchung des richtigen Standes eines solchen Parallelogramms sehr leicht. Siehe Kapitel 7 (F). Gewöhnlich sind die Bänder *G* und *H* (*CF* und *BD*) von der Länge der Kurbel, d. i. des halben Hubes des Punktes *B*.

211. Die Steuerungsvorrichtungen der Kurbeldampfmaschinen sind gar mannigfacher Art. Ueber die Schieber verschiedener Steuerungen wurde schon in 175 und 200 gesprochen; hier ist noch Einiges über die zur Bewegung der Schieber dienenden Mechanismen nachzutragen. Als wichtige Theile derselben findet man fast immer Excentriks, Schubstangen, besondere Steuerwellen, durch Räder oder Hebel getrieben, unrunde Scheiben ꝛc. Diese Theile müssen alle sehr sorgfältig gearbeitet und aufgestellt und ebenso im Stande gehalten werden, da von der Güte der Steuerung der Gang der Maschine wesentlich abhängt.

Die Bügel der Excentriks müssen genau die Scheiben umschließen; sie sollen stets nach innen springende Ränder haben, die das Excentrik einfassen (*f* und *g* in Fig. 166), nicht aber sollen sich die Bügel in einen Falz des Excentriks legen, denn bei dieser Anordnung verliert sich das Oel viel rascher zwischen beiden als bei der andern; sie müssen Furchen zur Vertheilung des Oeles haben, und durch Schrauben mit doppelten Muttern verbunden sein; zu starkes Anziehen wird durch zwischengelegte Holzstückchen verhindert.

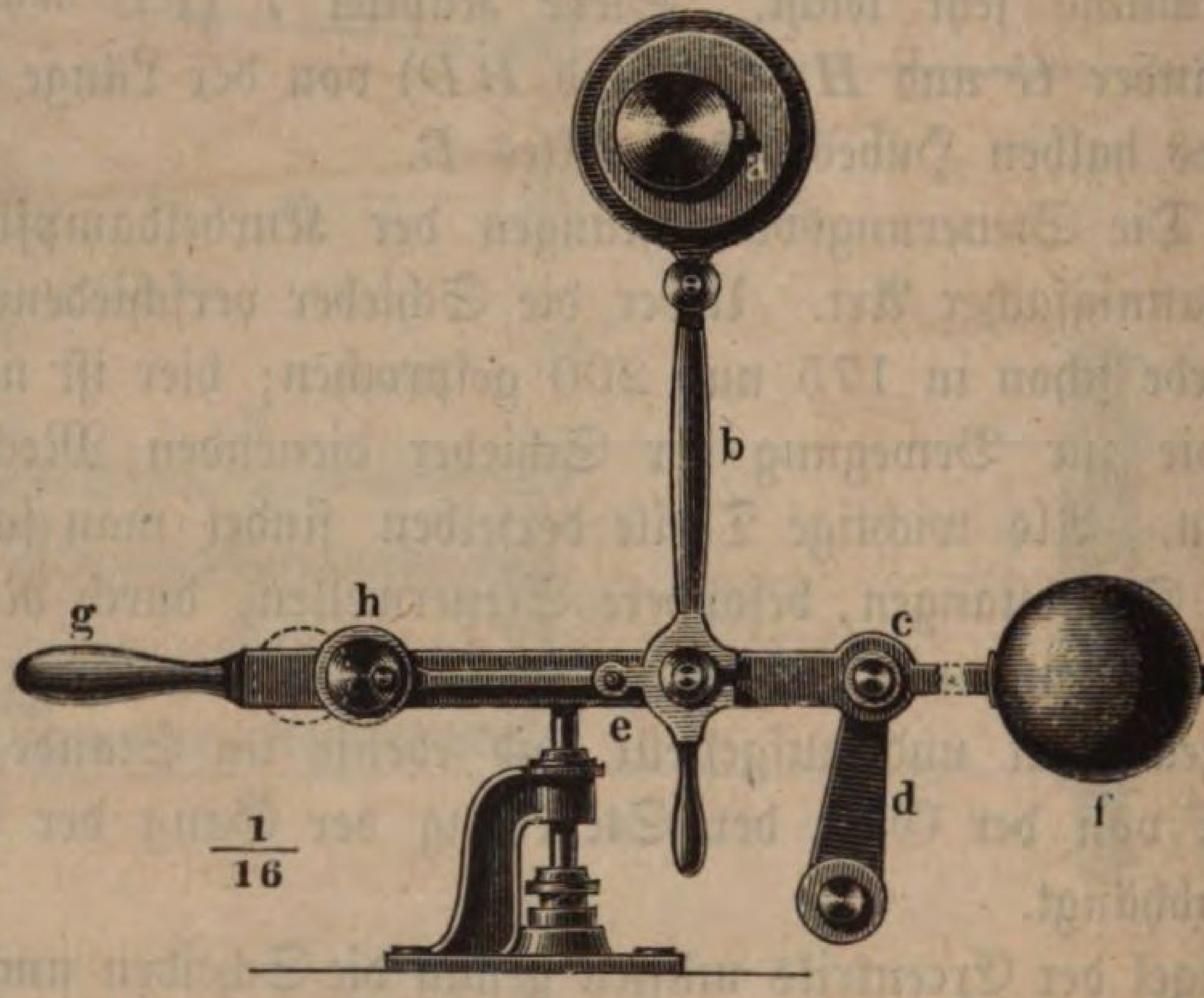
Vorzügliche Arbeit und guten Stahl erfordern die dabei vorkommenden Scharniere und Gelenke. Diese sind am besten stets mit nachstellbaren Pfannen zu versehen; wenigstens aber sollen alle mit

Stahl ausgebüchst und gehärtet sein, und konische, ebenfalls harte Stahlnägel haben, die mittelst Vorsteckkeil angezogen werden können. Alle Scharniere mit bloß cylindrischen Bolzen leiern sich aus, die Schieber erhalten in Folge dessen ruckweise Bewegungen und verderben natürlich davon. Die Bolzen müssen durch Einsatzhärtung hart gemacht sein.

Bei vielen Maschinen muß man die Steuerung rasch auslösen und mit der Hand führen können. Einem solchen Zweck entspricht die in Fig. 292 dargestellte Einrichtung sehr gut.

Fig. 292, *a* Excentrik auf der Kurbelwelle, *b* Excentrikstange, mit Gelenk an *a* gekuppelt; *cg* Steuerhebel, der auf einer beweg-

Fig. 292.

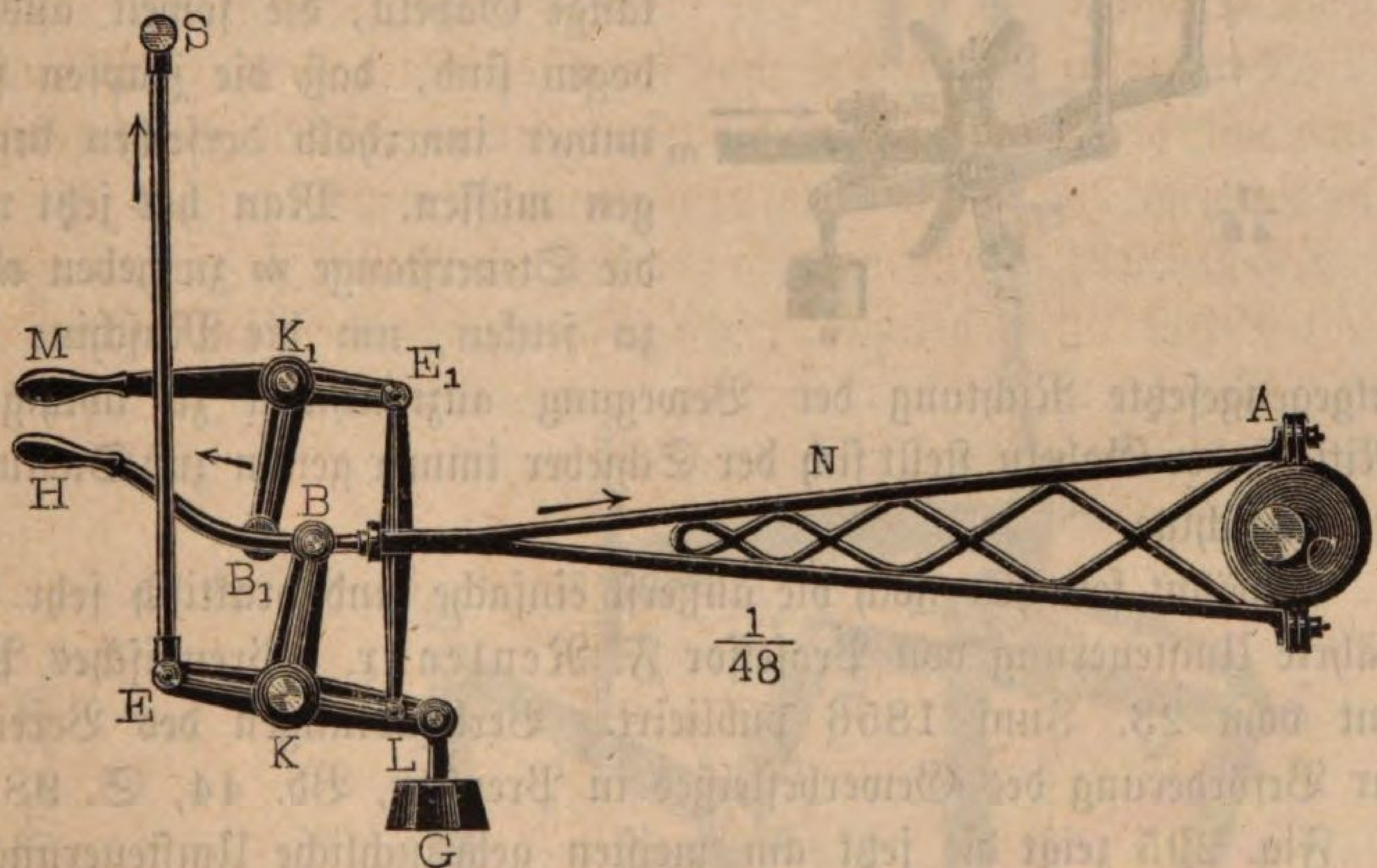


lichen Stütze *d* ruht, bei *e* die Schieberstange faßt, das Gegengewicht *f* und die Handhabe *g* hat. Auf *c* ist bei *h* eine excentrische Scheibe befestigt, welche, mit der Schubstange *b* verbunden, diese hin- und herziehen kann. *b* umfaßt deshalb den Zapfen des Hebels *cg* nur mit einer Gabel, welche nach vorn etwas erweitert ist. Dreht man das Excentrik *h* in die punktirte Stellung, so folgt die Stange *b* nach und die Gabel läßt den Zapfen frei; man kann alsdann mittelst *g* den Schieber beliebig stellen. Beim Wiederumlegen des Excentriks *h* erfaßt die Gabel den Zapfen aufs Neue.

Manche Dampfmaschinen, z. B. die der Lokomotiven, der Dampf-

boote, der Förderungsmaschinen müssen mit einer Steuerung versehen sein, mittelst deren man sie sowohl vorwärts als rückwärts gehen lassen kann; man nennt eine für diesen Zweck eingerichtete Steuerung eine **Umsteuerung**. In Fig. 293 ist eine Umsteuerung

Fig. 293.



dargestellt, wie sie bei vielen Förderungsmaschinen gefunden wird. *N* Excentrikstange, *H* Handhabe zum Ausheben derselben, *K* und K_1 zwei Steuerungswellen, worauf die gleich langen Hebel *KB* und $K_1 B_1$ sitzen, Zapfen *B* und B_1 nahe aneinander vorbeischwingen; in der gezeichneten Stellung faßt *H* mit einer Gabel, ähnlich der der Stange *e* in Fig. 292, den Zapfen *B* an; eine Verbindungsstange $L E_1$ überträgt die Schwingungen des Hebels *KB* auf den Hebel $K_1 B_1$; *S* die Schubstange für den Schieber. *M* Handhabe zur Führung des Schiebers mit der Hand; *G* Gegengewicht.

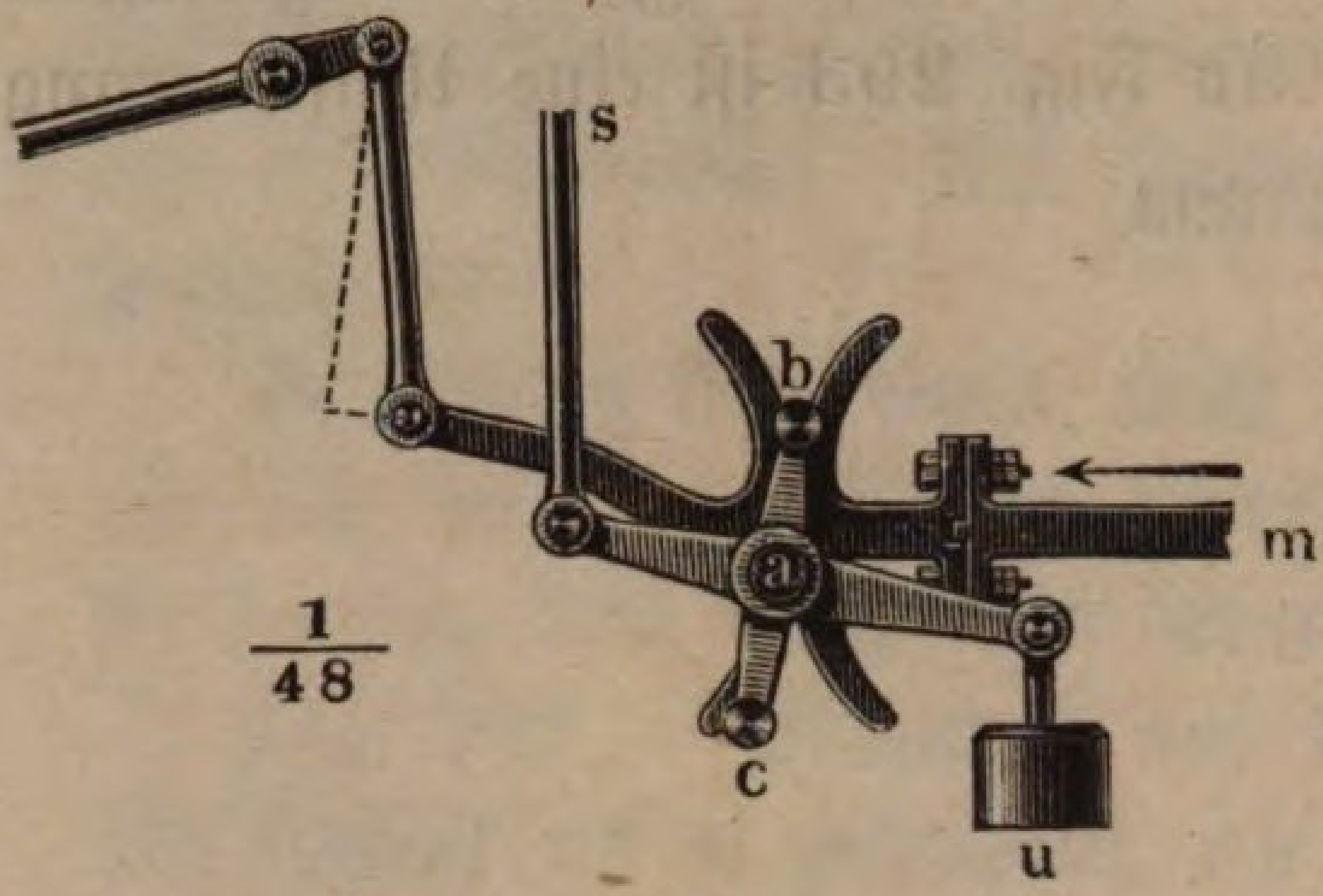
Wenn die Stange *H* dem Pfeil rechter Hand folgt, so geht der Schieber aufwärts. Legt man aber ihre Gabel auf den Zapfen B_1, so erfolgt beim Schieben der Stange nach demselben Pfeil das Heruntergehen des Schiebers, und demgemäß muß auch die Maschine die entgegengesetzte Bewegung machen.

Man hat letztere Steuerung sehr vereinfacht, indem man sie, wie Fig. 294 (a. f. S.) zeigt, ausführte.

Die Steuerwelle *a* trägt den Doppelhebel *bc*, der bei *b* und *c*,

immer gleich weit aus *a*, Zapfen hat, auf welche sich die Pfannen der Schubstange *m* legen. Hier ist die obere Pfanne auf den oberen Zapfen gelegt und demnach der Schieber *s* im Heruntergehen begriffen. An den Pfannen sind lange Gabeln, die soweit ausgebogen sind, daß die Zapfen sich immer innerhalb derselben bewegen müssen. Man hat jetzt nur die Steuerstange *m* zu heben oder zu senken, um die Maschine die entgegengesetzte Richtung der Bewegung anzunehmen zu nöthigen. Mittelst der Gabeln stellt sich der Schieber immer genau zur Stellung der Maschine.

Fig. 294.



Erwähnt sei hier noch die äußerst einfache und praktisch sehr bewährte Umsteuerung von Professor F. Reuleaux. Preußisches Patent vom 23. Juni 1856 publicirt. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, Bd. 44, S. 98.

Fig. 295 zeigt die jetzt am meisten gebräuchliche Umsteuerungsvorrichtung für Lokomotiven, die Stephenson'sche Taschen- oder Coulissensteuerung (coulisse de Stephenson, oder auch chape de St.; Stephensons link motion). Die Krummzapfenwelle C trägt zwei einander gegenüberstehende Excentriks, deren Ringe A und A_1 mit den Stangen B und B_1 verbunden sind. Die Endpunkte von B und B_1 sind durch die Tasche oder Coulisse $D D_1$ verbunden, welche auf dem Gleitblock E verschiebbar ist. S Schieber, GF Schubstange desselben, FH Schwinge zur Führung des Punktes F. Die Coulisse läßt sich durch das über ihr liegende Hebelwerk heben und senken. Läßt man sie ganz nieder, so wirkt das Vorwärtsexcentrik A allein auf den Schieber und läßt die Maschine vorwärts umlaufen; bringt man das Hebelwerk in die punktirte Stellung, so wird E ganz von dem Rückwärtsexcentrik A_1 geführt, die Maschine muß rückwärts umlaufen. Bringt man die Coulisse in ihre mittlere Stellung, so bewegt sie den Schieber so, daß die Maschine nicht umlaufen kann. In den Stellungen zwischen der mittleren und den beiden äußersten wird der Schieber so geführt, daß eine mehr oder minder starke Expansion

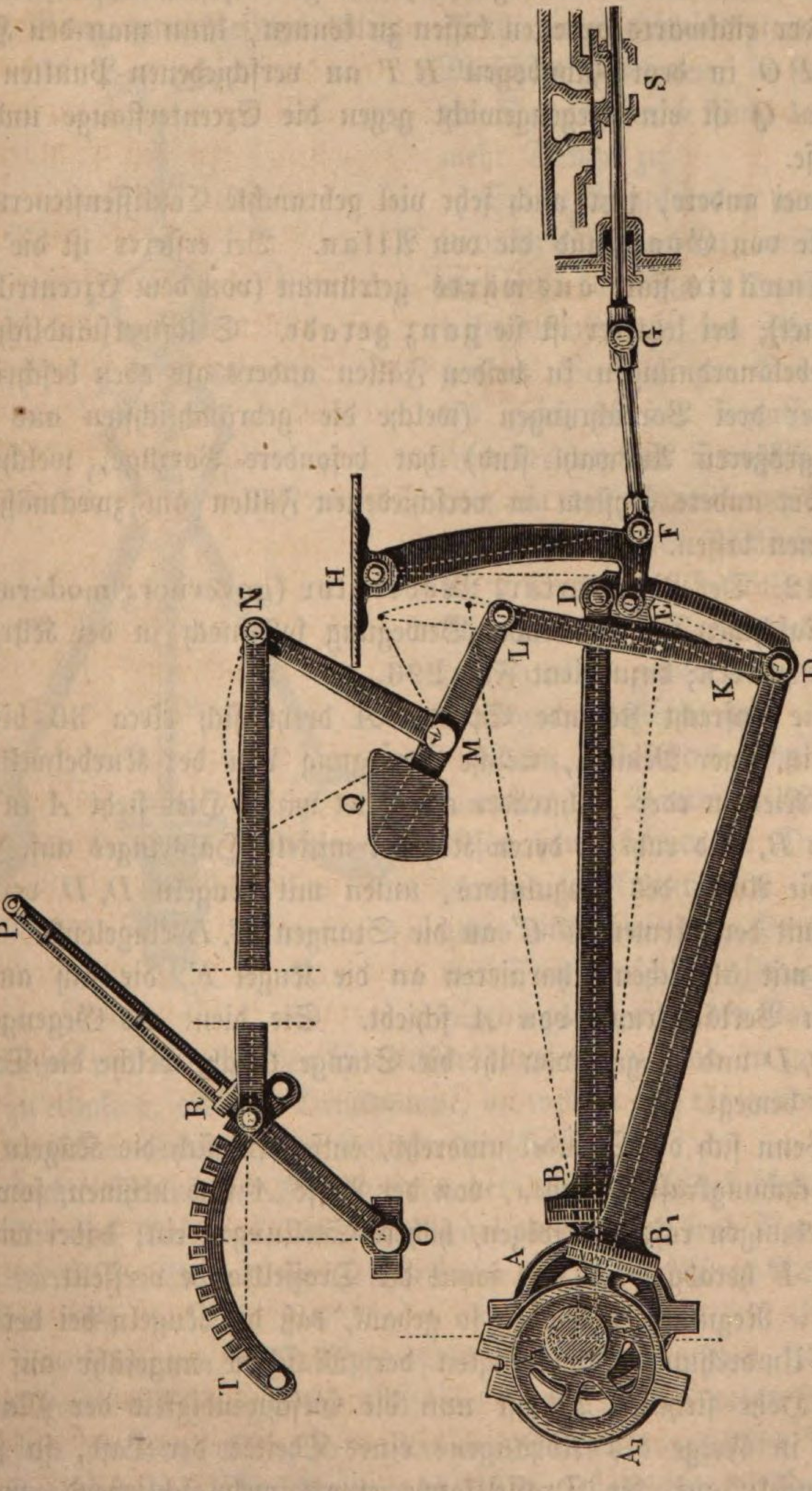


Fig. 295.

eintritt. Um die Steuerung mit jedem gewünschten Expansionsgrad vor- oder rückwärts arbeiten lassen zu können, kann man den Handhebel *PO* in dem Zahnbogen *RT* an verschiedenen Punkten festlegen. *Q* ist ein Gegengewicht gegen die Excenterstange und die Coulisse.

Zwei andere, jetzt auch sehr viel gebrauchte Coulissensteuerungen sind die von Gooch und die von Allan. Bei ersterer ist die Coulisse einwärts statt auswärts gekrümmt (von dem Excentrik aus gerechnet); bei letzterer ist sie ganz gerade. Selbstverständlich sind die Hebelanordnungen in beiden Fällen anders als oben beschrieben; jede der drei Vorrichtungen (welche die gebräuchlichsten aus einer noch größeren Auswahl sind) hat besondere Vorzüge, welche das eine oder andere System in verschiedenen Fällen am zweckmäßigsten erscheinen lassen.

212. Der Regulator, Moderator (governor; modérateur) der Maschinen mit rotirender Bewegung soll noch in der Kürze erläutert werden; dazu dient Fig. 296.

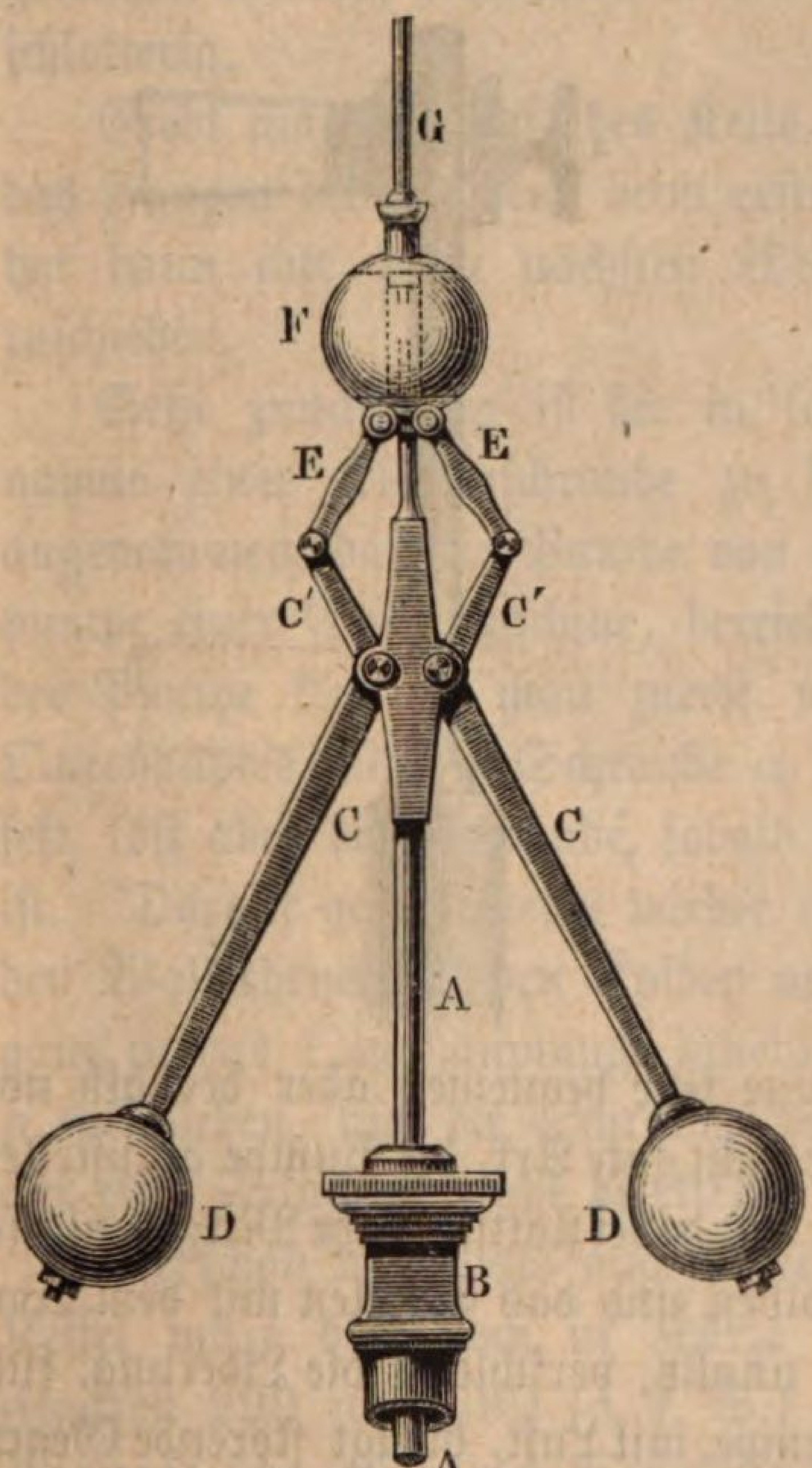
Die aufrecht stehende Spindel *A* dreht sich circa 36 bis 40 Mal in einer Minute, welche Bewegung von der Kurbelwelle her durch Riemen oder Zahnräder abgeleitet wird. Hier steht *A* in einer Säule *B*, und ruht in deren Kapitäl mittelst Halsringes auf. *C, C* sind die Arme des Regulators, unten mit Kugeln *D, D* versehen, oben mit den Armen *C′ C′* an die Stangen *E, E* eingelenkt. Diese gehen mit ähnlichen Charnieren an die Kugel *F*, die sich auf der runden Verlängerung von *A* schiebt. Sie dient als Gegengewicht für *D, D* und es geht von ihr die Stange *G* ab, welche die Drosselklappe bewegt.

Wenn sich die Spindel umdreht, entfernen sich die Kugeln, von der Schwungkraft getrieben, von der Achse *A* und nehmen, sowie die Umdrehungen rascher erfolgen, höhere Stellungen ein; dabei wird die Kugel *F* herabgezogen und somit die Drosselklappe verstellt.

Die Regulatoren werden so gebaut, daß die Kugeln bei der mittleren Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine ungefähr auf mittlerer Höhe stehen. Wächst nun die Geschwindigkeit der Maschine, z. B. in Folge des Abhängens eines Theiles der Last, so steigen die Kugeln auf, die Drosselklappe etwas mehr schließend, wodurch

weniger Dampf zuströmt und die Maschine wieder auf den regelmäßigen Gang zurückgeführt wird. Will die Geschwindigkeit der Maschine abnehmen, so sinken die Kugeln herab und lassen mehr Dampf zu.

Fig. 296.



Solche Regulatoren werden in vielerlei Art gebaut; meistens aber liegt das Princip der Centrifugalkraft und des schwingenden Pendels zu Grunde. Es geschieht die Regulirung entweder an der Dampfklappe oder an der Expansions-Vorrichtung, letzteres nämlich da, wo veränderliche Expansion in Anwendung ist. Der Regulator in Fig. 296 gehört einer 12-pferdigen Maschine an.

212a. Von den Pumpen kommen im Dampfmaschinenwesen hauptsächlich die Druckpumpen in Anwendung. Wir geben unter diesen den Pumpen mit Tauchkolben (plunger; piston plongeur) den Vorzug. Eine Pumpe mit Tauchkolben ist leichter anzufertigen und in gutem Stande zu erhalten, als eine Druckpumpe, bei welcher sich ein geliderter Kolben in einem ausgebohrten Kolbenrohr schiebt.

Der dichte Schluß des Kolbens und der Ventile, Möglichkeit des raschen Ab- und Ansetzens, der bequemen Untersuchung und Reparatur sind die ersten Bedingungen, denen eine Dampfmaschinen-Pumpe entsprechen muß.

Die Speisepumpen der Dampfmaschinen müssen, wie schon früher gesagt, während des Ganges der Maschine häufig in und außer Thätigkeit gesetzt werden, und also dafür entsprechend vorgerichtet sein. Hierbei sind diejenigen Einrichtungen die besten, bei welchen die Pumpe

ganz außer Bewegung gebracht wird. Das Abstellen geschieht zwar häufig dadurch, daß man einfach das Saugventil außer Thätigkeit

Fig. 297.

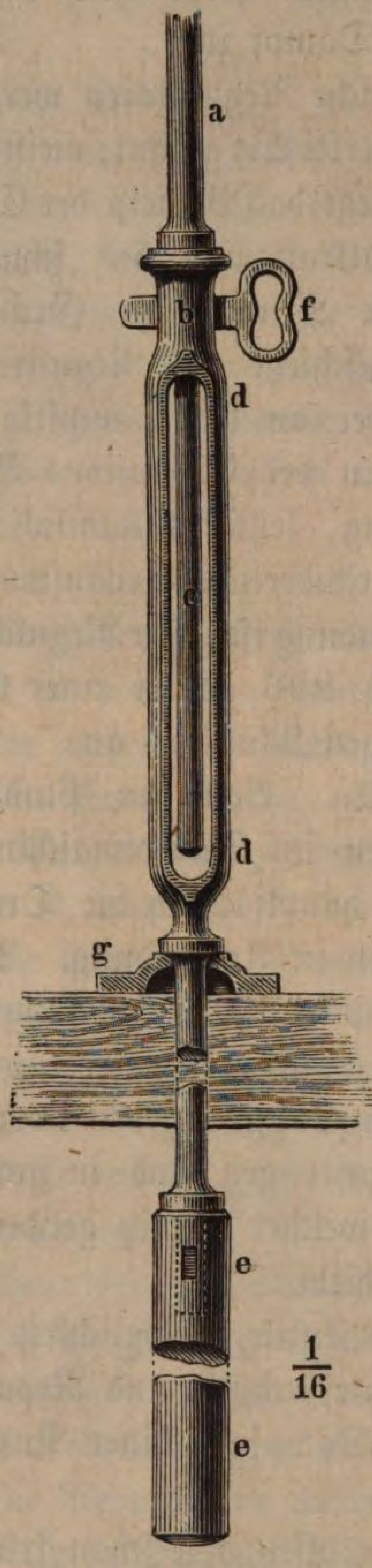
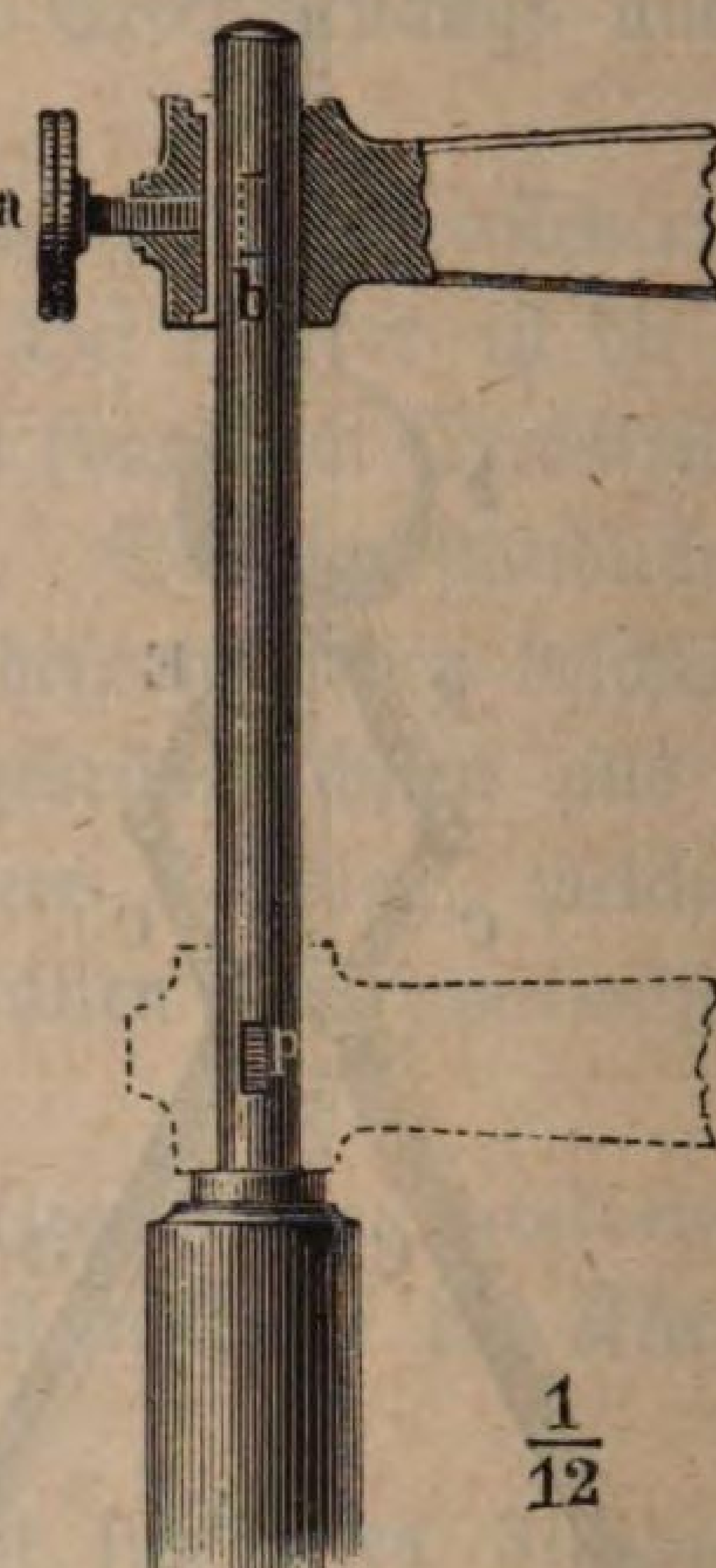


Fig. 298.



setzt, eine sehr bequeme, aber deshalb noch immer nicht gute Art, die Pumpe abzustellen. Allein das dabei stattfindende Mitgehenlassen der Kolben und das Spielen mit dem Wasser ist unnütz, verschleißt die Liderung, füllt die Pumpe mit Luft, bringt störende Gegenstände zwischen die Ventile und erfordert Kraft.

Wir haben die in Fig. 297 dargestellte Einrichtung (Schwert und Scheide) für nicht zu rasch gehende Stangen immer sehr gut gefunden und empfehlen dieselbe also hier. *a* Pumpenstange, die mittelst des Stiftes *c* in einer Büchse *b* geht, in welcher das Schlitzstück *d* oben endigt; an dem letzteren ist der Kolben *e* befestigt. *f* Keil mit Handgriff zum Einschieben in *b* und *c*. Bei der gezeichneten Stellung ist die Pumpe eingehängt, der Kolben muß sich mit *a* auf- und niederbewegen. Zieht man aber den Keil *g*

heraus, so bleibt *d*, sich bei *g* stützend, zurück, die noch auf- und abgehende Stange *a* schiebt sich lose in der Büchse *b*. Der Keil muß beim Ansetzen immer durch einen Schlag mit hölzernem Hammer angetrieben werden, sonst wird er los und die Verbindung nach und nach schlotterig.

Giebt man der Nase des Keils nur die halbe Höhe, so ist dadurch das Fangen des Kolbens beim ersten Einstecken sofort gesichert. Man hat dann nur beim nächsten Wechsel nöthig, den Keil ganz einzuschieben.

Sehr zweckmäßig ist die in folgender Figur angedeutete Hinzunahme einer Klemmschraube zu der Keilbefestigung. Es ist hier angenommen, daß die Pumpe von einem Querhaupte, etwa der Luftpumpe einer Schiffmaschine, betrieben werden solle. Beim Ansetzen der Pumpe klemmt man zuerst während des Aufwärtsgehens des Querhauptes mit der Schraube *a*, Fig. 298, die Kolbenstange leicht fest, löst aber die Schraube, sobald das Querhaupt oben angekommen ist. Darauf geht letzteres wieder nach unten; die Kolbenstange, durch den Wasserdruck auf den Kolben aufgehalten, schiebt sich dann sofort ganz in das Querhauptauge hinein und man kann bequem den Keil *p* einschieben, und die Schraube vollends fest andrehen; letztere muß auf eine Zulage *b*, nicht direkt auf die Stange pressen.

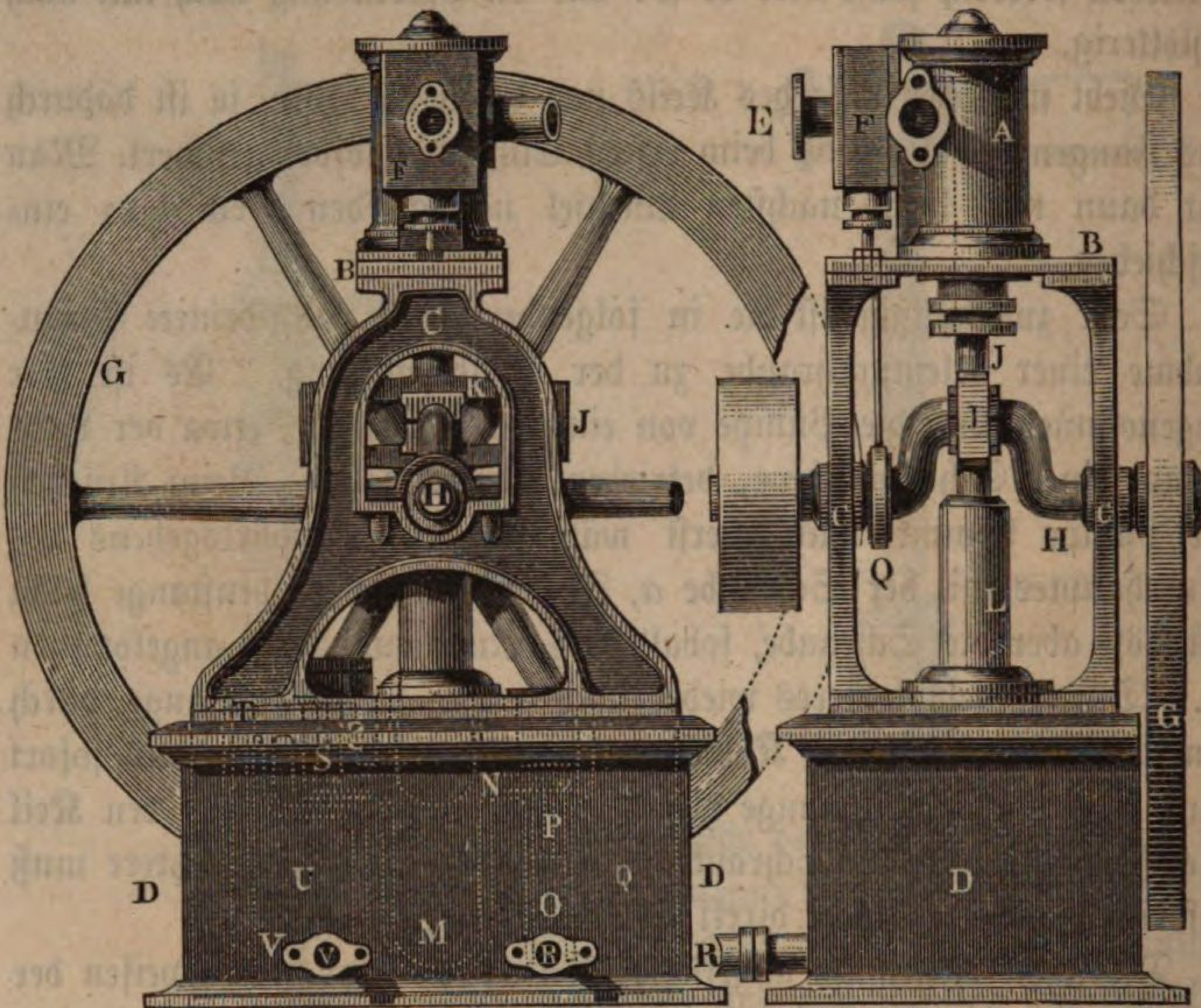
Die schon mehrmals angeführte Dampfpumpe zum Speisen der Kessel möge hier noch in Kürze beschrieben werden. Die in den Figuren 299 und 300 (a. f. S.) dargestellte Dampfpumpe ist eine Carrett'sche mit zwei Windkesseln, einem für das Saugrohr und einem für das Druckrohr.

A Dampfcylinder auf der Bodenplatte *B*, und mittelst dieser und den Ständern *C* mit dem Pumpenkasten *D* fest verbunden. *E* Dampfzuleitungsrohr, *F* Schieberkasten, *G* Schwungrad, auf der gekröpften Welle *H* sitzend. Der Kurbelzapfen ist von einer Pfanne *K* umfaßt, die sich in dem Gleitrahmen *J* führt. Nach unten geht der Pumpenkolben *L*, nach oben die dicke Kolbenstange des Dampfkolbens ab. Die nun folgenden Buchstaben beziehen sich fast nur auf innerliche Theile des Pumpwerkes: *M* Pumpenkörper, *N* Verbindungsweg von *M* mit dem Saugventil *P*, das durch das Rohr *O* aus *Q*, dem Windkasten, ansaugt. *R* Zuleitungs- (Saug-) Rohr.

25*

O reicht sehr nahe an den Boden des Windkessels. Aus *M* geht das Wasser durch *S*, Steigventil, und Kanal *T* in den Windkessel *U* für

Fig 299 und 300.



den Ausfluß des Wassers. Eine gußeiserne Zwischenwand theilt den Kasten in die beiden Windkessel ab. *V* Druckrohr.

Sehr heißes oder hoch zu saugendes Speisewasser beeinträchtigt die Leistung der Pumpen, ja macht sie völlig unwirksam, indem die sich schon entwickelnden Dämpfe die Saugröhren und Pumpenräume füllen. Das Wasser dringt dann nicht mehr nach, die Ventile arbeiten nicht. Hier ist es nun nöthig, die Ventile zur Thätigkeit zu zwingen. Man construirt dazu Schieberventile, gibt aber den gewöhnlichen Ventilen mit sicherem Erfolge die Einrichtung von Hänel, Fig. 301. Diese zeigt den Saugventilkasten einer Dampfpumpe im Durchschnitt, daran und darüber *a* die Kurbelwelle mit einer Steuerkurbel für den Dampfschieber an *c* und das Saugventil. Die Schalen der Kurbelwarze gleiten in einem horizontalen Rahmen, an dem sich unterhalb

ein vertical geschlitzter Theil *bd* befindet. In diesem ist die Steuerstange des Saugventils der Art begrenzt, daß das Saugventil, während die Steuerkurbel die oberen 180 Grad (während der Saugperiode) durchläuft, durch dieselbe bewegt, um den halben Hub gehoben und gesenkt wird, während bei Durchlaufung der unteren 180 Grad (während der Druckperiode) die Steuerkurbel keinen Einfluß auf die Bewegung des Saugventils ausübt, und letzteres ruhig in seinem Sitze

Fig. 301.

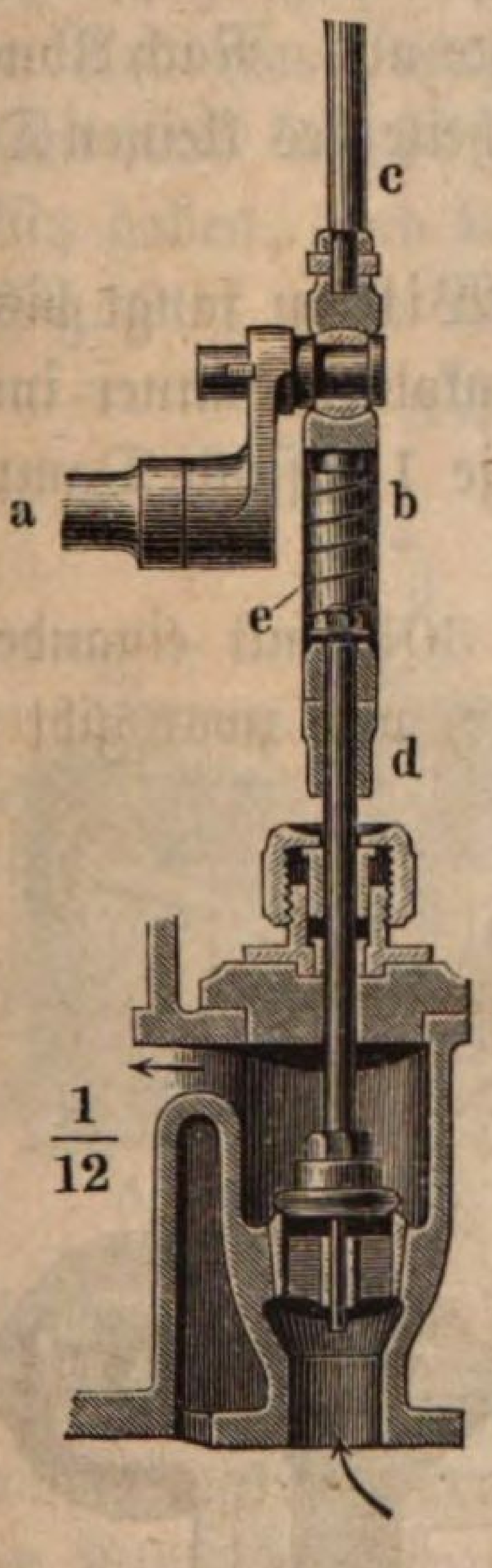
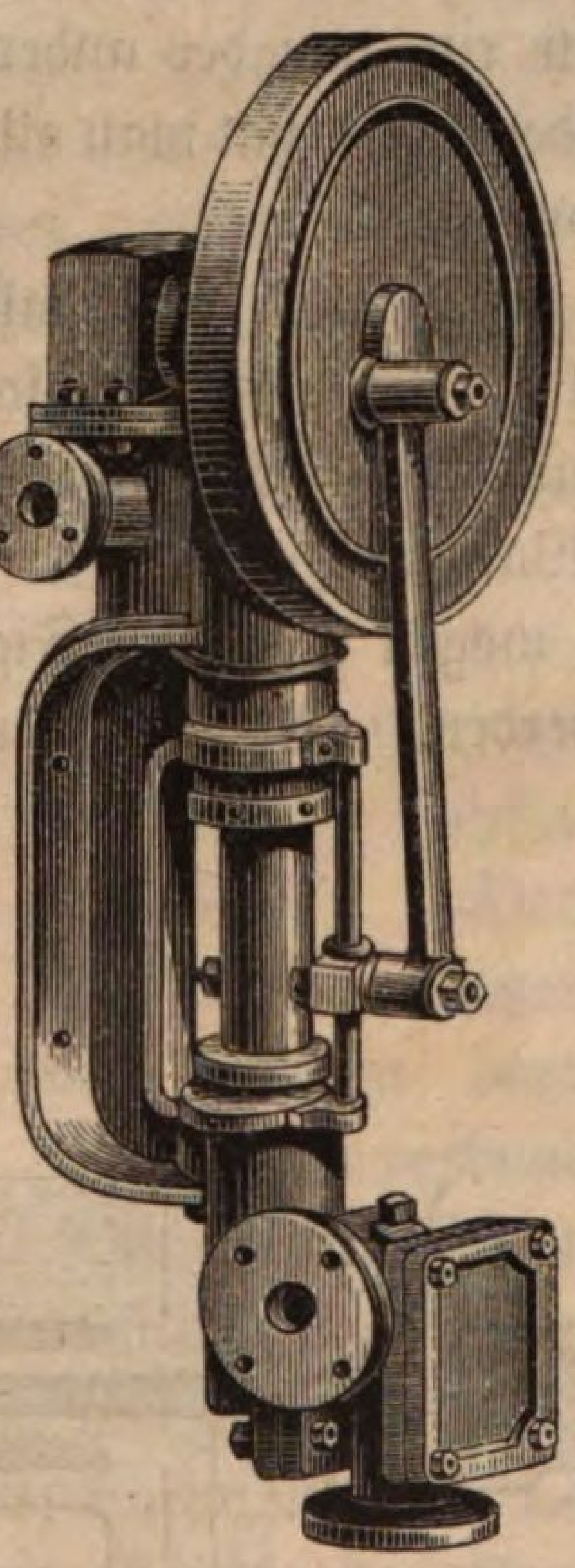


Fig. 302.



verharrt. Innerhalb des geschlitzten Theiles befindet sich eine Spiralfeder *e*, welche auf den Kopf der Saugventilsteuerung drückt, wodurch der präcise Niedergang des Saugventils erzielt wird.

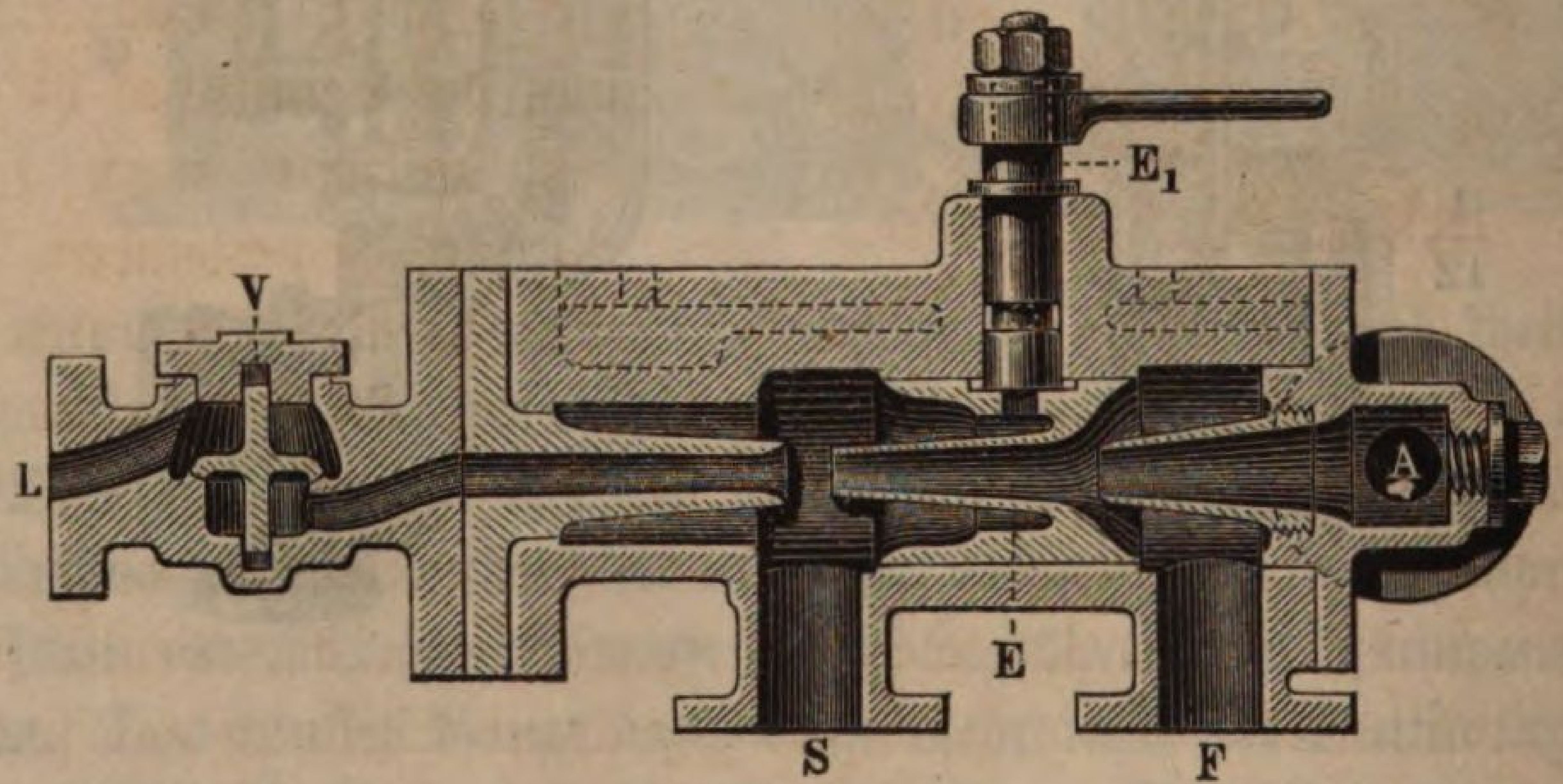
Als fernere Fortschritte in Herstellung vereinfachter Pumpen haben wir die direct ohne rotirende Bewegung und ihre Mechanismen arbeitenden Pumpen zu erwähnen. Sie empfehlen sich sowohl für jede Wasserhebung als auch für Kesselspeisung. Dann giebt uns Fig. 302

ein Bild von äußerst compendiöser Dampfpumpe mit rotirender Bewegung. Der Dampf- und Pumpencylinder sind zusammen mit einem Befestigungsrahmen gegossen. Dampf- und Wasserkolben bilden durch gemeinschaftliche Kolbenstange auch ein Stück. Von dieser geht ein Seitenzapfen aus, der sich an Treibstange für das Blockschwungrad einlenkt und dieses in Rotation setzt. Der Deckel des Dampfcylinders trägt das vordere Lager der Schwungradwelle, die andererseits in die Stopfbüchse geht und in die Dampfbüchse ragt, wo nun eine Warze den horizontalen Dampfschieber steuert. Der frische Dampf tritt von einer Seite ein, von der anderen der gebrauchte aus. Nach Abnehmen des Cylinderdeckels hat man alle arbeitenden Theile des kleinen Dampfwerkes vor sich.

Diese sogenannte Vauxhall-Pumpe von Wilson saugt bis 4,5^{m} hoch; soll sie höher saugen, so ist ihr Pumpenkolben dünner im Verhältniß zum Dampfkolben zu wählen. Für je 1 Pfund Dampfdruck hebt sie Wasser 0,6^{m} hoch.

Nun mögen noch die Figuren 133 und 303 mit einander verglichen werden. Beide stellen Einspritzer dar, und zwar gibt erstere

Fig. 303.

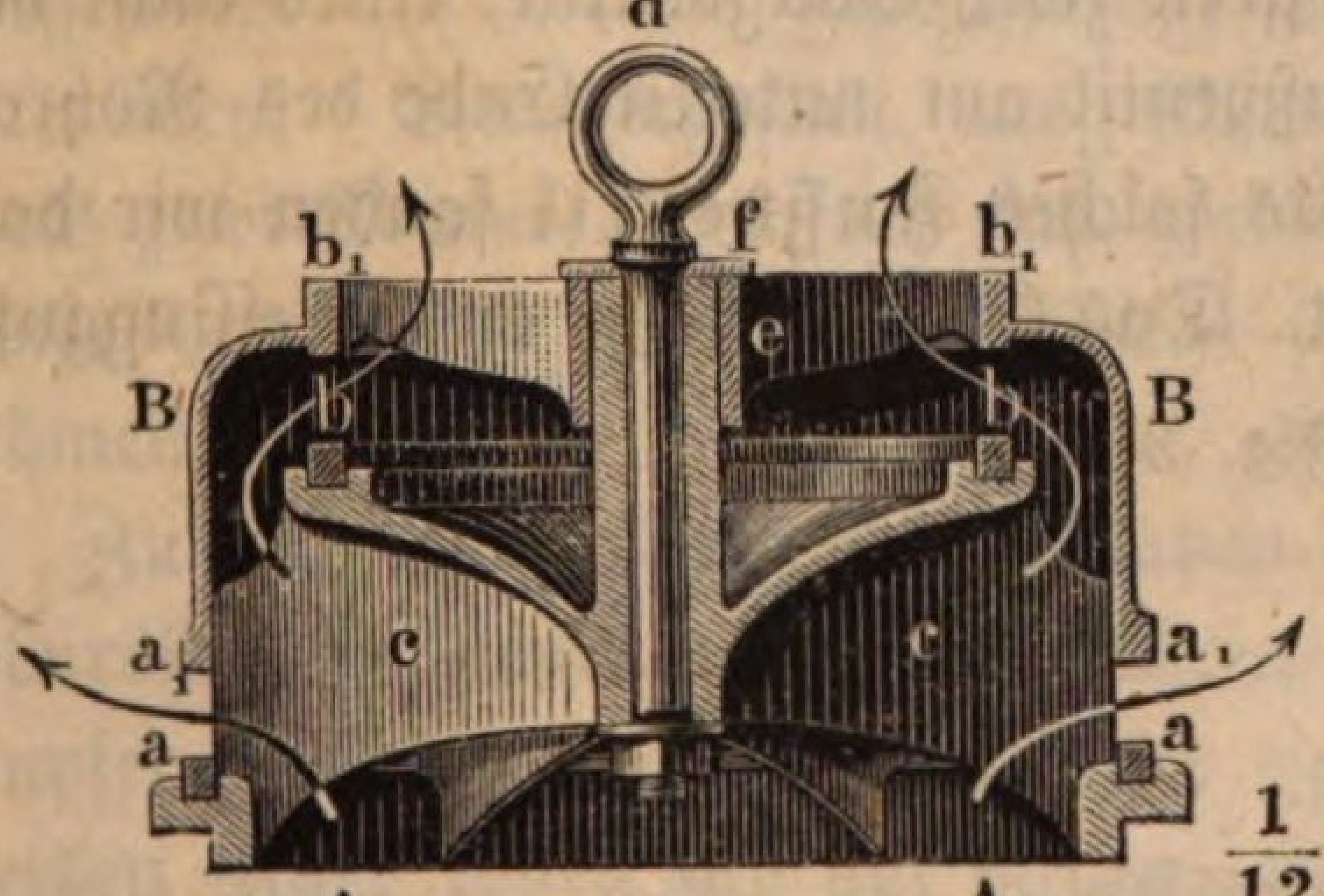


den ursprünglichen von Giffard in seiner Complicirtheit, die letztere einen sehr einfachen an, dem sich noch die von Schau und Krauß zur Seite stellen. *A* Dampfrohr mit fester Düse; *F* Wasserrohr, *E* Wasserdüse als außen cylindrischer Körper im Hauptkörper verschiebbar. Diese Verschiebung erfolgt durch Handhabung und Drehung

eines Zapfens E', dessen kleine Kurbelwarze in einem Loche der Wasserdüse steckt. Zapfen E' wird durch Seitenstift, der in Kimme geht, in seiner Stellung festgehalten. *S* Ablauf, *V* Sperrventil, *L* Speiserohr. Derart vereinfachte, der Packungen und Verstellungen entbehrende Einspritzer saugen aber nicht, müssen also mit Druckwasser versehen werden; sie sind bei Lokomotiven unter dem Trittbrett des Führers befestigt, dem auch Fig. 303 entspricht.

213. Es ist hier nicht der Ort, Ausführliches über die Grubenpumpen, welche zur Wasserhaltung dienen, zu sagen. Doch möge hier eine Art von Pumpenventilen erwähnt werden, die viel Aehnlichkeit mit den in 185. und 202. besprochenen Dampfventilen mit Doppelsitz haben, und bei großen Pumpen vielfach angewandt werden. Fig. 304 zeigt ein Pumpenventil mit Doppelsitz, auch Glockenventil genannt.

Fig. 304.



A Ventilsitz, *B* Ventilkapsel, *a* und *b* Sitzringe am Ventilsitz, aus Messing oder aus hartem Holz (Hirnholz). a_1 und b_1 Sitzflächen an der Kapsel. Das Oberstück des Ventilsitzes ist mit dem unteren durch sechs Rippen *c*, *c* verbunden. Die Kapsel führt sich unten auf den Rippen *c*, *c* und oben mit der von sechs Armen gehaltenen Büchse *e*. *d* ist ein Bolzen mit Auge zum Tragen des ganzen Ventils, im Falle es transportirt werden soll, *f* eine Scheibe, welche den Hub der Kapsel begrenzt. Das von unten gegen das Ventil strömende Wasser hebt die Kapsel in die gezeichnete Stellung und strömt alsdann in der Richtung der Pfeile durch.

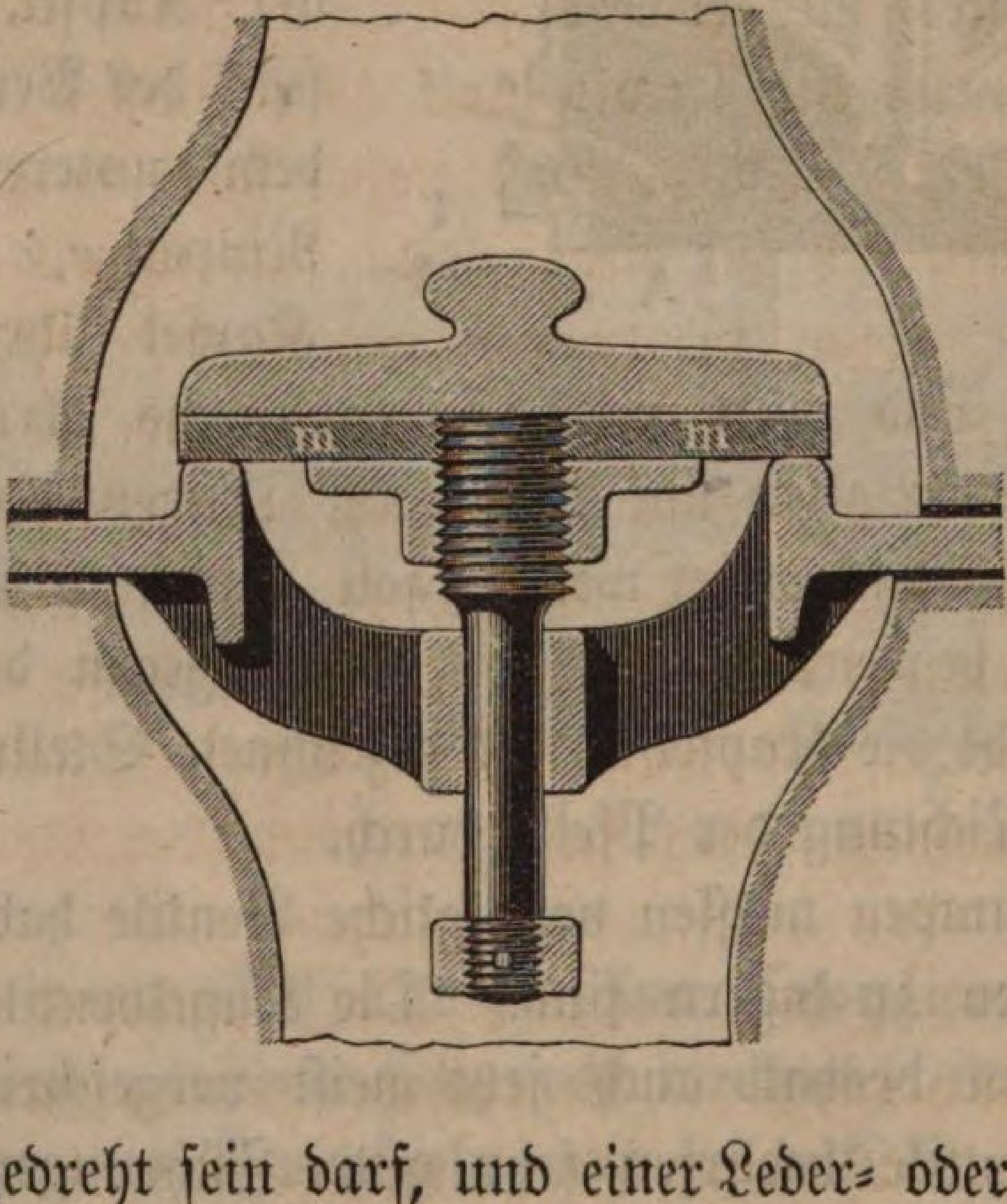
Die Speisepumpen müssen vorzügliche Ventile haben, die in passenden Ventilkasten zu lagern sind. Die Kugelventile bewähren sich am besten, werden deshalb auch jetzt meist vorgeschrieben und angewendet. Kegelventile bedürfen sehr guter Führungen, die am vortheilhaftesten oberhalb der Schlußfläche angebracht sind.

Die gute Wirksamkeit und Dauer beider Ventilarten ist aber

mehr als in der Regel beim Pumpenbau berücksichtigt wird, von der Einrichtung des Ventilkastens bedingt. Der größte Theil aller Speisepumpen hat nämlich das Gehäuse oberhalb des Ventillagers zu niedrig, die Abzugsöffnung steht seitlich und zu nahe der Schlußfläche des Ventils. Nun bekommt das Ventil bei jedem Hub durch das Wasser einen Seitenstoß, der bald die Führung und die Schlußfläche einseitig verdirbt und namentlich das Ventil leicht festklemmt, so daß der rückkehrende Wasserstrom es nicht schließt, sondern darunter her in die Pumpe zurückgleitet. Ein erhöhter Ventilkasten und hohe Anbringung des Abgangsrohres leitet aber den niederdrückenden Wasserstrom senkrecht auf die Ventilfläche. Diese wird gleichmäßig getroffen; die Schläge der Ventile werden bei solcher Einrichtung auch sehr schwach.

Den Speisepumpen, die aus einem Brunnen saugen (ebenso den Kaltwasserpumpen), geben wir gern zwei Saugventile, eines dicht bei der Pumpe, ein zweites als Fußventil am unteren Ende des Rohres (oberhalb des Saugkopfes). Als solches Fußventil fanden wir das in Fig. 305 sehr wohl geeignet. Das Ganze besteht aus Messingguß,

Fig. 305.



der sehr dünn gedreht sein darf, und einer Leder- oder Kautschukscheibe *mm*; diese ist durch eine Schraubenmutter mit breitem Rande gegen den Ventildeckel gepreßt. Der Wulst des Ventillagers, auf welchen

die Scheibe *mm* sich auflegt, muß flach gewölbt sein, um keine einschneidende Wirkung auf die Scheibe auszuüben.

Die Warmwasserpumpen, welche das Wasser in den Kessel treiben, bekommen, wie schon früher bemerkt, zwei Steigventile, eines bei der Pumpe, das zweite, das sogenannte Speiseventil, dicht beim Dampfkessel (87). Damit man leicht an die Ventile gelangen kann, haben gut gebaute Ventilkasten für jedes Ventil einen besondern Deckel, der sich durch Losdrehen einiger Schrauben oder einer Druckschraube im Bügel lösen läßt.

Wir haben in letzterer Zeit allen Speisepumpen die nachfolgend erläuterte, sehr bewährte Einrichtung der Ventilkasten gegeben.

In den Rand des Ventilgehäuses ist eine ringförmige Nuth eingedreht, in diese ist der zugeschärfte vorstehende Ring des Deckels dicht eingeschliffen. Die Druckschraube des Bügels preßt den Deckel wasserdicht auf. Jede Zwischenlage von Kitt, Kautschuk u. dgl. ist vermieden. Ein dergestalt ausgeführter Ventilkasten kann in höchstens zwei Minuten geöffnet und wieder geschlossen werden. Maschinenbesitzer sollen gar keine anderen Schlüsse der Ventilkasten annehmen.

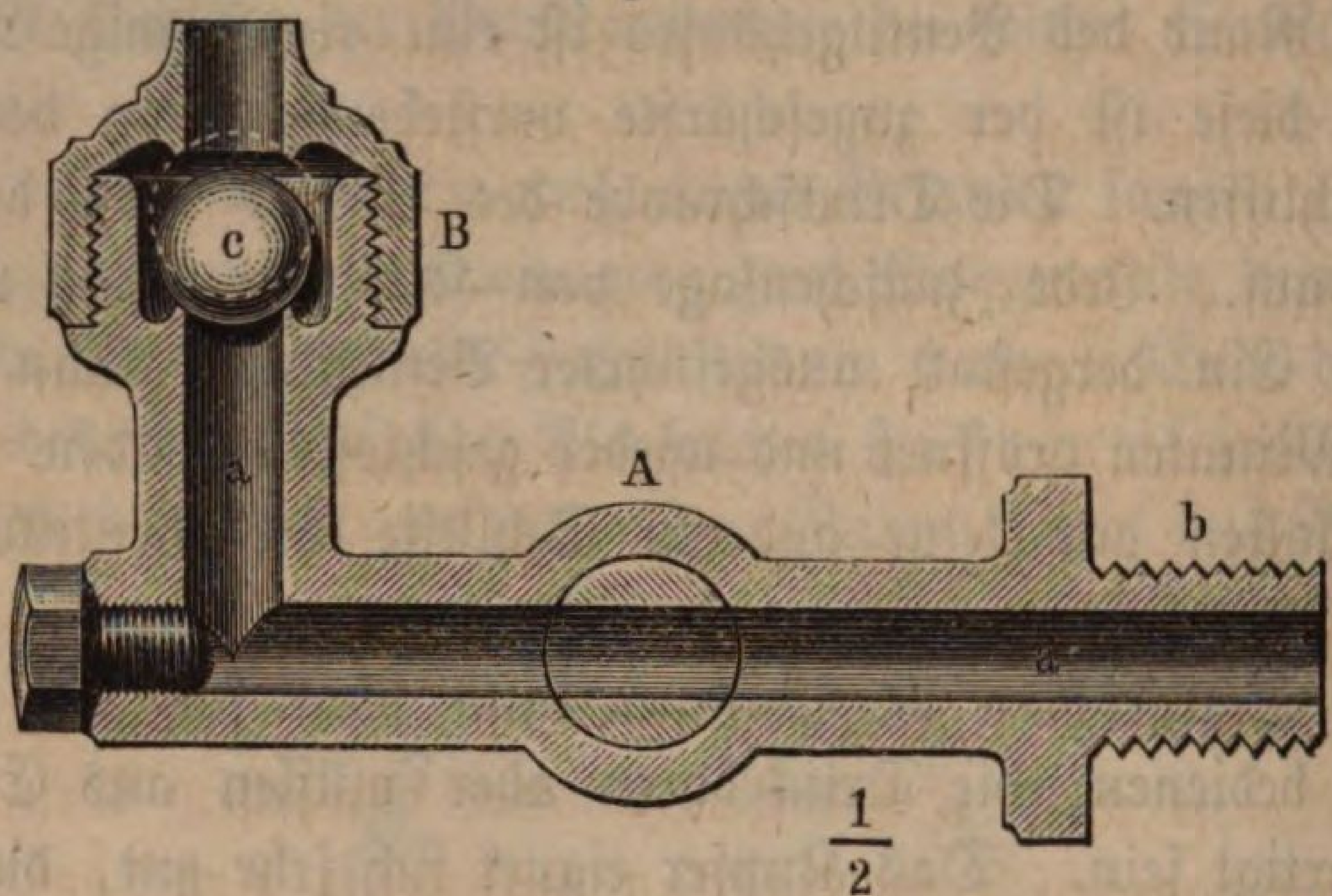
Zu den Saugröhren der Pumpen kann man sich der gepreßten Bleiröhren bedienen; die Druckröhren aber müssen aus Eisen oder Kupfer gefertigt sein. Das Kupfer eignet sich sehr gut, die Röhren werden leicht, lassen sich gut biegen, und sind schnell herbeizuschaffen, werden auch nur wenig theuer als gegossene. Zinnloth darf an den Speiseröhren aber nicht vorkommen, dasselbe ist zu schwach und bricht leicht ab. Vor dem Anschrauben der kupfernen Röhren hat man sich sicher zu stellen, daß alles Harz, womit solche Röhren zum Zwecke des Biegens und Anpassens gefüllt werden, gänzlich daraus entfernt sei. Andernfalls wird dasselbe durch heißes Wasser flüssig gemacht und verursacht durch sein Verkleben der Ventile Störungen der Speisung.

Ein Feind des guten Ganges der Pumpen mit Tauchkolben ist die Luft, die sich durch die Stopfbüchse in den Pumpenkörper hineinschleicht, namentlich wenn die Saughöhe nur einigermaßen erheblich ist. Die in einen Pumpenkörper eindringende Luft sammelt sich nach und nach an, und macht, daß Speisepumpen z. B. sehr wenig

und endlich gar kein Wasser mehr geben, was sehr bedenkliche Folgen haben kann. Bei Schachtpumpen ruft die sogenannte falsche Luft oft außer der Unterbrechung der Wasserförderung schlimme Stöße und nicht selten Brüche hervor. Die bisher gebräuchlichen Hähne, welche von der Hand bei jedem Hub geöffnet und geschlossen werden mußten, haben wir in neuester Zeit mit dem besten Erfolge durch den in Fig. 306 abgebildeten, von Professor Reuleaux angegebenen Entluftungshahn ersetzt.

A ein kleiner Hahn, *B* Gehäuse der Ventilkugel *c*. Das Unterstück wird mit dem Gewinde *b* in den Pumpenkörper eingeschraubt,

Fig. 306.



so daß *a* mit dem höchst gelegenen Theil der Höhlung in Verbindung steht. Die Ventilkugel *c* hat zwei über einander liegende Sitze; beide sind geschliffen, und gestatten *c* einen Hub von 3 bis 4 Millimeter. Wird der Hahn *A* geöffnet, so treibt der Pumpenkolben beim Eintauchen die Luft in *a* hinein, welche alsdann das Ventil *c* hebt. Dieses wird aber dabei nur wenig gelüftet; es kommt nur in eine tänzelnde Bewegung, bei welcher die Luft vorbeistreicht. Sobald der Pumpenkolben wieder austaucht oder saugt, schließt *c* den Kanal *a* ab. Dieses Spiel geht so lange fort, bis alle Luft aus der Pumpe entfernt ist. Dann strömt Wasser in *a* hinein. Dieses aber hebt beim Aufströmen die Kugel *c* kräftig in die Höhe, wobei sich diese an den oberen Sitz anlegt und so dem Wasser den Austritt versperrt. Es verspritzen höchstens einige Tröpfchen Wasser. Man kann sonach

den Hahn fortwährend offen stehen lassen, und braucht ihn nur zu schließen, wenn die Kugel etwa zerbrochen sein sollte. Zu der Kugel *c* nimmt man bei kleineren Pumpen einen gewöhnlichen Steinklicker; bei den Schachtpumpen hingegen sind diese zu schwach, indem die Kugel dort sehr heftig von dem Wasser nach oben getrieben wird. Hier leisten die Achatkugeln bessere Dienste. Dieser Lufthahn ist in einem großen Grubenrevier bereits bei allen Schachtpumpen mit dem größten Vortheil eingeführt worden, indem er die sogenannten falschen Hübe bei jenen Pumpen gänzlich beseitigt hat.

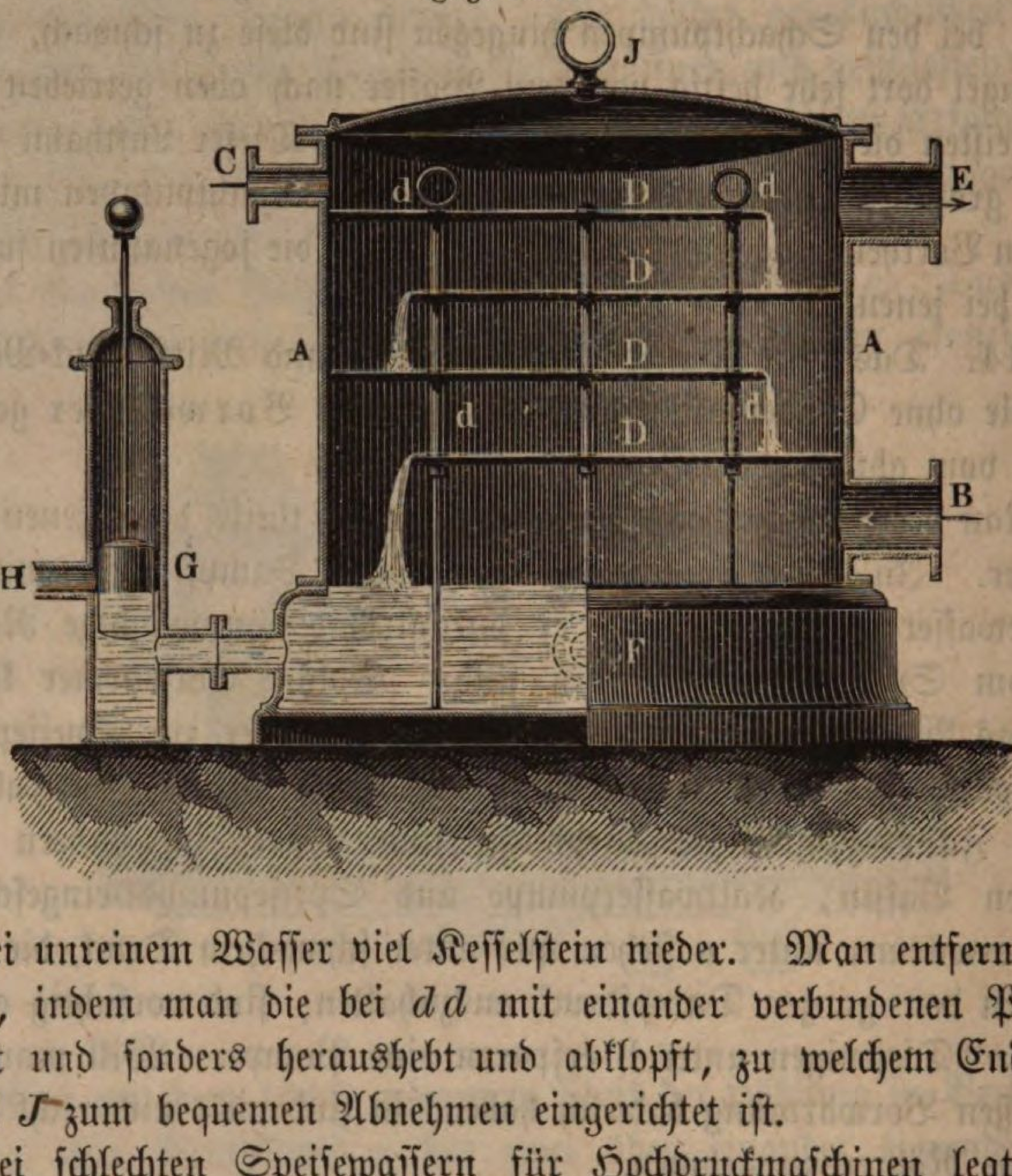
214. Das kalte Wasser wird bei Hoch- und Mitteldruck-Maschinen, die ohne Condensation arbeiten, in einen Vorwärmer geführt, wo es vom abziehenden Dampf erwärmt wird.

Man bedient sich theils der geschlossenen, theils der offenen Vorwärmer. In jenen kommt der gebrauchte Dampf nicht mit dem Speisewasser in Berührung, er durchströmt dünnwandige Röhren, die vom Speisewasser umgeben sind. Solche Vorwärmer können nun das Wasser aufnehmen, wenn es a) entweder zur Speisepumpe geht, oder b) wenn es von dieser zum Kessel passirt, sind also in diesem Falle zwischen Speisepumpe und Kessel, im andern Falle zwischen Bassin, Kaltwasserpumpe und Speisepumpe eingeschaltet. Die Vorwärmer unter a stehen nur unter schwachem Druck, die unter b haben den ganzen Dampfdruck auszuhalten, sind vorsichtig auszuführen. Diejenigen unter b ersparen eine Pumpe. Will man einigermaßen Vorwärmung dadurch haben, so sind viele und recht dünnwandige Röhren zu nehmen.

Ein guter offener Vorwärmer neuerer Construktion ist in Fig. 307 (a. f. S.) im vertikalen Durchschnitt dargestellt. *A A* ein gußeiserner cylindrischer Kasten, in welchen bei *B* das Abdampfrohr einmündet, während bei *C* das noch kalte Speisewasser eintritt. Dieses rieselt in dünner Schicht über die Platten *D D* hin, während der Dampf den durch die Platten ihm gewiesenen Zickzackweg über das Wasser hin durchläuft, um bei *E* in das Abdampfrohr zu treten, welches ihn über das Fabrikdach leitet. Das Wasser kommt bis auf 70° und mehr erhitzt am Boden des Kastens an, von wo es von Zeit zu Zeit vermittelst der bei *F* saugenden Speisepumpe weggezogen wird. Ein Schwimmer bei *G* zeigt den Stand des Wassers an, welches,

wenn ein Uebermaß vorhanden, durch den Ueberlauf *H* abfließen kann, ohne daß dort Dampf austreten könnte. Auf den Rieselplatten legt

Fig. 307.



sich bei unreinem Wasser viel Kesselstein nieder. Man entfernt denselben, indem man die bei *dd* mit einander verbundenen Platten sammt und sonders heraushebt und abklopft, zu welchem Ende der Deckel *J* zum bequemen Abnehmen eingerichtet ist.

Bei schlechten Speisewassern für Hochdruckmaschinen legt man große Vorwärmer-Cysternen an, die fahrbar sind und große Menge Speisewasser aufnehmen, aus dem sich fast aller Erden- und Salzgehalt ausscheidet.

Viele machen den Vorwärmer viel zu klein, um eine genügende Wirkung von demselben erwarten zu dürfen; er sollte nicht weniger als den 6- bis 8fachen Cylinderinhalt zum Dampfraume haben. Bei der vorliegenden Construktion und genügender Größe geht der Dampf ohne merkliches Geräusch, gleichsam leise abfließend, zum Abdampfrohr hinaus.

215. Ueber die Röhren für den gebrauchten Dampf, die Ausblaserohre, bleibt nur zu bemerken, daß man ihnen mindestens den

doppelten Querschnitt derjenigen für den frischen Dampf gibt, daß die scharfen Biegungen vermieden werden müssen und die Leitungen je kürzer je besser ins Freie zu führen sind. Immerhin aber müssen die Röhren die benachbarten Dächer ziemlich überragen, um Feuchtwerden der Gebäude und schädliche Eisbildung auf den Dächern zu vermeiden. Das Königl. Preuß. Bergamt Saarbrücken verlangt für die Abdampfrohre seiner Hochdruckmaschinen mindestens $^1/_9$ des Dampfkolbenquerschnittes Durchströmöffnung.

Soll aber der abziehende Dampf noch zum Wärmen von Wasser, zum Heizen von Lokalien, von Wärmpfannen in Oelmühlen u. dgl. dienen, so bekommen die Leitungen den 3- bis 6fachen Querschnitt der Leitungen des frischen Dampfes. Das condensirte Wasser muß in der Richtung des fortströmenden Dampfes abgeleitet werden; nirgendwo dürfen dadurch Verengungen oder gar Absperrungen der Leitung entstehen.

216. Der Condensator bei den Niederdruck-Maschinen muß vor Allem dichte Wände und Verkittungen haben, und ebenso muß die Verbindung zwischen ihm und dem Cylinder gut luftdicht hergestellt sein. Die Unvollkommenheit des Verschlusses des Condensators gegen Luftzutritt ist einer seiner schlimmsten Fehler; die geringste Spalte, die kleinste offene Stelle bewirkt gleich ein Sinken des Vacumeters und auch einen schlechten Gang in der Maschine.

Die einzigen Oeffnungen, welche er nach außen hat, sind die des Einspritzhahnes (-Schiebers, -Ventils) und des Ausblase-Ventils, und diese stehen am besten beständig unter dem Spiegel des kalten Wassers im Kasten.

Es wurde schon in 169 bemerkt, daß sich der Dampfschieber so tief oder so hoch, je nach Art des Schiebers, müsse stellen lassen, daß frischer Dampf in den Condensator treten, denselben etwas erwärmen und die Luft austreiben könne. Man kann auch statt dessen eine mit einem Hahne abschließbare Abzweigung vom Dampfrohre oder der Dampfbüchse an den Condensator gehen lassen.

Wegen anderweitiger Apparate der Niederdruck-Maschinen sehe man 167 bis 171, 29 bis 30, 86 u. a. m.

217. Wir geben im Folgenden noch an, wie viel Wasser und Brennstoff durchschnittlich bei den verschiedenen Systemen von Dampf-

maschinen gebraucht wird. Daraus ist zu ersehen, welches System man für eine bestimmte Oertlichkeit oder einen gewissen Fabrikationszweig zu wählen hat.

A. Niederdruckmaschine von Watt:	
Wasserverbrauch für Condensation und Speisung des Kessels pro Pferdestärke und Stunde . . .	1716 Pfd. = 26 C.-F.
Verdampftes Wasser	70,62 „ = 1,07 „
Kohlenverbrauch	7 bis 9 Pfund.
B. Hochdruckmaschine (4 Atm.) ohne Expansion und ohne Condensation:	
Dampf-, resp. Wasserverbrauch pro Pferdestärke und Stunde . . .	83,03 Pfd. = 1,28 C.-F.
Kohlenverbrauch	14,0 „
C. Hochdruckmaschine mit Expansion ohne Condensation:	
Dampf-, resp. Wasserverbrauch .	43,52 Pfd. = 0,66 C.-F.
Kohlenverbrauch	7,25 „
D. Maschine mit Expansion und Condensation:	
Dampfverbrauch	43,40 Pfd. = 0,65 C.-F.
Kohlenverbrauch	7,23 „

Die Niederdruckmaschine hat Dämpfe von $3^1/_2$ Pfund Ueberdruck pro □″.

Die Maschine bei B. arbeitet mit 4 Atmosphären oder 60 Pfund Ueberdruck, die Maschine bei C. mit 4 Atm. und Expansion bei $^1/_4$ des Kolbenhubes, diejenige bei D. mit 3 Atmosphären = 45 Pfund Ueberdruck, Expansion bei $^1/_4$ des Kolbenhubes und mit Condensation. Diese Angaben gelten für Maschinen von 20 Pferdestärken, also für mittelstarke Maschinen. Je größer die Maschinen werden, um so günstiger stellt sich der Brennstoffverbrauch, und das Gegentheil tritt ein, wenn sie weniger Effekt entwickeln.

Es gebrauchte:

eine Woolf'sche Balanciermaschine von 36 Pferdestärken mit 1,6 □^{m} Heizfläche pro Pferdestärke = 4,3 Pfund Steinkohlen;

eine andere eben solche von 142 Pferdestärken 1,3 □ m Heizfläche pro Pferdestärke 2,92 Pfund;

eine dritte eben solche von 205 Pferdestärken 0,97 □ m Heizfläche pro Pferdestärke 3,4 Pfund.

Hier macht sich der Einfluß der Heizfläche pro Pferdestärke recht geltend.

Ueber die Wahl der Größe der Maschinen und Dampfkessel findet man Ausführliches im Nachtrage I.

Sechstes Kapitel.

Von der Wartung der Dampfmaschinen.

---

218. Wir werden uns in diesem Kapitel mit den verschiedenen Arbeiten bekannt machen, die an jeder Dampfmaschine, die in gutem Zustande und in regelmäßigem Betrieb ist, vorkommen, und die für die Erhaltung dieser regelmäßigen Thätigkeit geleistet werden müssen; es ist dies die Wartung der Dampfmaschine.

Dieselbe läßt sich in vier Hauptabtheilungen bringen, welche sind:

1) das Anlassen oder Ingangsetzen der Maschine;
2) die Führung derselben;
3) das Abstellen, Anhalten der Maschine;
4) vorkommende Nebenarbeiten, kleine Reparaturen und Nachhilfen.

219. Vor dem Anlassen müssen alle Zapfenlager, Schubstangenköpfe, Gleitpfannen, überhaupt alle Stellen, wo Reibung stattfindet, geschmiert werden.

Alle Zapfenlager müssen zu diesem Zweck Oelbüchsen haben, aus denen das Oel vor und nach an die Zapfen fließt. Die einfachsten

gebräuchlichen Oelbüchsen sind kleine Blechnäpfchen, von deren Boden ein Röhrchen zu der zu schmierenden Stelle führt, welches Röhrchen innerhalb des Napfes noch nach oben verlängert ist. In den Kelch wird ein Baumwolldocht, mehrfach um das Röhrchen gewunden, gelegt und das eine Ende desselben oben in das Röhrchen hinein gehängt, bis auf den zu schmierenden Zapfen ausgegangen. Nun schüttet man nie so viel Oel ein, daß solches über das Röhrchen fließt; dasselbe wird vielmehr allmälig durch die ansaugende Kraft (Capillarität) des Dochtes heraufgezogen und in das Oelloch geträufelt. Die Regulirung des Oelzuflusses geschieht auf verschiedene Art. Man preßt entweder den Docht auf dem Rohre mehr oder weniger zusammen, flechtet den Docht im Rohre ebenso mehr oder weniger dicht, oder läßt hier nur eine gewisse kleine Zahl Leitfäden hinabhängen, die vom Docht ausgehen.

Diese Regulirung ist bald am Beobachten einer Versuchsbüchse mit freiem Abtropfen des Oels in eine Schale abprobirt.

Besser noch, aber theurer, sind die neuen, mechanischen Oelbüchsen von Jaccoud, Schäffer und Budenberg, Ziegler und Anderen, bei denen der Oelverbrauch durch die Zahl der Bewegungen oder Umdrehungen regulirt wird und aufs Genaueste festgestellt werden kann.

Die Steigerung im Oelgeben ist bei denselben vom Einfachen bis zum mehr als Hundertfachen möglich. Eine Dampfmaschine von 24 Pferdestärken verbraucht bei Anwendung der Jaccoud'schen Oelbüchsen 5 Unzen Oel:

für die Triebstange in	3	Monaten,
für den Balancier in.	10	„
für die Schwungradwelle in	3	„
für ein Wasserrad mittlerer Größe in. .	6	„
für eine Betriebswelle von 3″ Stärke in	9	„

Die Oelersparniß beträgt gegen die gewöhnlichen Einrichtungen 70 bis 90 Proc., weshalb man besseres Oel anwenden kann. Der Preis einer solchen Büchse ist circa $1^1/_3$ Thlr., der noch besseren Ziegler'schen $2^1/_4$ Thlr. Hier haben noch vielfache Verbesserungen und namentlich Vereinfachungen Platz gegriffen, die an dieser Stelle nicht näher besprochen werden können. Das Resultat ist aber, daß

gegenwärtig von 5 Sgr. an aufwärts sehr gute, sparsame Selbstöler zu haben sind, also der Preis kein Hinderungsgrund der Anschaffung mehr sein kann und darf.

Alle Zapfen und Stangen, welche außer ihrer Bewegung noch durch Dampf oder sonst erhitzt sind, werden am besten mit rein ausgelassenem Talge geschmiert. Man legt davon einige Stückchen in die Schmiertrichter der Stopfbüchsen, wo sie allmälig bei eintretender Erwärmung schmelzen und die Packungen durchfetten.

Uebrigens eignet sich für das Schmieren der Stopfbüchsen auch das Knochenöl, sowie jedes gute, reine Fett, und jenes gewährt dazu den Vortheil, daß man es wegen seiner Dünnflüssigkeit überall hingießen kann. Deshalb ist das Knochenöl das am meisten bei Dampfwagen und Schiffsmaschinen angewandte Schmiermittel.

Im neunten Kapitel findet man die gebräuchlichen Schmiermittel näher besprochen.

Man soll sich nur guter, reiner, wenngleich theurer Fette bedienen. Der Schmutz der wohlfeileren verursacht sowohl einen größern Aufwand an Schmiermaterial, als er auch die Maschinentheile verklebt, verstopft und verdirbt. Knochenöl und Baumöl stehen dem Maschinenbesitzer wohlfeiler, als Rüb- oder andere Oele, indem er von jenen nur $1/_3$ des an den letzteren erforderlichen Quantums verbrauchen wird.

220. Anlassen einer Hochdruck-Dampfmaschine. Es ist dafür zu sorgen, daß beim Anlassen der Maschine stets einiger Ueberschuß von Dampf vorhanden sei, d. h. eine stärkere Spannung durch das Manometer gezeigt werde, als mit der die Maschine gewöhnlich arbeitet; oder auch muß die Spannung beim Anlassen der Maschine im Wachsen begriffen sein. Der Maschinist überzeuge sich von der Dampfspannung, von dem Vorhandensein des Wassers im Vorwärmer; die Maschine soll auf etwa $1/_8$ des Kolbenhubes still gestellt worden sein. Dabei ist die Dampfeinströmung geöffnet, und die Pleuelstange hat schon eine günstige Stellung gegen die Kurbel.

Wo es nur irgend möglich ist, sollen die Arbeitsmaschinen bei der Ingangsetzung der Dampfmaschine abgestellt sein, leer gehen oder nicht scharf greifen, z. B. bei Mühlen. Dann hat die Maschine von

Anfang an nur sich selbst und das Triebwerk in Bewegung zu setzen, und die Arbeitsmaschinen werden erst allmälig eingefahren und in volle Thätigkeit gesetzt.

Absperrventil und Drosselklappe sind geschlossen, letztere außer Verbindung mit dem Regulator. Während diese geschlossen bleibt, wird das Absperrventil vorsichtig, nicht in einem Ruck ganz geöffnet, der Dampf strömt rasch in das Dampfrohr hinein, und durch die nun ein wenig geöffnete Drosselklappe hindurch in den Schieberkasten und den Cylinder; man öffne dann die Hähne in der Dampfbüchse oder im Boden des Cylinders, um das sich sogleich in den kalten Räumen condensirende Wasser auszulassen und die atmosphärische Luft zu entfernen. Sobald aus jenen Hähnen der Dampf sichtbar und ziemlich stark ausströmt, werden sie geschlossen, und die Maschine wird sich sofort rascher bewegen, als sie es früher bei offenen Hähnen allmälig zu thun begann.

Oeffnet man nun nach Bedarf die Drosselklappe und hängt deren Hebel in die vom Regulator kommende Stange, so nimmt die Maschine alsbald den Gang an, auf den sie bestimmt und regulirt ist.

Wenn der Dampfkolben vor Beginn des Anlassens ganz am Ende seines Hubes steht, so ist man genöthigt, etwas am Schwungrade in dem Sinne seiner zu machenden Bewegung zu drehen, was bei kleinen Maschinen von Hand, bei großen mittelst Hebel und Schaltwerk (am Schwungring wirkend) geschieht.

221. Anlassen der Niederdruck-Maschinen. So wie bei diesen die Dampferzeugung beginnt, erwärmt sich bald der Cylinder, da immer eine Seite desselben (über oder unter dem Kolben) mit dem Kessel in Verbindung ist; denn das Absperrventil fehlt hier. Der Condensator ist bis zu der Höhe mit Wasser gefüllt, welche der Wasserstand im Kasten zuläßt. Man stellt jetzt den Schieber so, daß der frische Dampf in den Condensator gehen kann, wodurch, wenn der Dampf schon einige Spannung hat, alsbald ein Geräusch und Geknatter entsteht. Dieses rührt von der heftigen und raschen Niederschlagung des Dampfes durch das gewöhnlich sehr kalte Wasser her; auch die im Condensator befindliche Luft hat Theil daran.

Das Einlassen des Dampfes wird so lange fortgesetzt, bis alle

Luft aus dem Condensator ausgetrieben ist, die sich einen Weg durch den Einspritzhahn, das Schnarchventil, wenn ein solches vorhanden ist, oder durch die Luftpumpe hindurch suchen muß. Die Probe, ob die Luft sämmtlich entfernt sei, ist rasch gemacht, wenn man mittelst Hebung des Schiebers rasch den Dampf absperrt und dann das Vacumeter am Condensator öffnet. Sofort muß dieses eine ziemliche Luftverdünnung zeigen. — Steht die Maschine auf günstigem Stande, so darf man alsdann nur die Steuerung einlegen, den Einspritzhahn öffnen und die Dampfklappe ein wenig lüften, um den Gang der Maschine beginnen zu lassen. Nachhilfe am Schwungrade ist selten erforderlich. Nun regulirt man die Einspritznng und verbindet den Regulator mit der Drosselklappe.

222. Für die gute Führung einer Dampfmaschine ist das Gleichmäßighalten der Dampfspannung erstes Erforderniß. Die Spannung des Dampfes soll immer auf den Grad erhalten werden, für den die Maschine gebaut ist. Findet gleich manchmal eine geringere Belastung der Maschine statt, wobei man die gleiche Zahl von Hüben mit schwächerem Dampf hervorbringen könnte, so ist es doch nicht gut, solchen anzuwenden. Durch zweckmäßiges Schrauben der Regulatorstange an der Dampfklappe läßt man diese dann etwas mehr geschlossen und nun geht von dem normalen Dampf um so weniger durch, als die Maschine mit ihrer geringeren Belastung weniger denn sonst gebraucht.

Die normale Geschwindigkeit der Maschine wird sich nach einiger Zeit dem Maschinisten so einprägen, daß er auf den ersten Blick in das Mäschinen-Lokal und schon durch das Gehör findet, ob die Maschine gut arbeite. Noch genauer wird aber diese Ueberzeugung, wenn er sich nach Anleitung des Nachtrages D. ein Pendel beschafft und dessen Schwingungen mit den Hüben der Maschine vergleicht. — Dieses gestattet auch dem Besitzer, der doch selten gut nach obiger Art urtheilen kann, augenblickliche Controle. Geht die Maschine zu langsam bei gehörigem Anzeigen des Manometers, so muß die Klappe mehr geöffnet, und demgemäß die Verbindung mit dem Regulator verändert werden.

Ist verminderte Dampfspannung Schuld an dem zu langsamen

Gange, so muß sofort durch besseres Schüren des Feuers geholfen werden.

Wenn irgendwie schwere Betriebs-Maschinen aus- oder eingerückt werden, also die Belastung der Maschine wesentlich verändert wird, so muß derartiges Vorhaben dem Maschinisten vorher angesagt oder (mittelst einer Glocke) signalisirt werden. Er stellt dann je nach Erforderniß die Maschine ganz ab oder mäßigt ihren Gang. Letzteres geschieht durch Auslösung der Dampfklappe vom Regulator, Führung derselben mit der Hand, Verminderung der Einspritzung. In solchen Fällen thun an den neueren Maschinen die so sehr verbesserten Regulatoren schon die besten Dienste, indem sie sehr bedeutende Schwankungen ausgleichen.

223. Der oftmaligen, theils auch fortwährenden Beobachtung des Maschinisten bedürfen folgende Theile:

a) Das Manometer des Dampfrohres oder Kessels und Vacumeter des Condensators sollen immer die erforderlichen Grade und keine bedeutenden Schwankungen zeigen.

b) Der Expansionsschieber muß fest anliegen und bei gehöriger Stellung des Kolbens abschneiden. Man findet leicht ein Merkmal für diesen Stand des Kolbens, z. B. an der Stellung der Triebstange, des Balanciers u. s. w. Indem man dieses mit dem Auge beobachtet, nähert man das Ohr der Dampfbüchse, worin man so lange, als der Kanal geöffnet ist, ein Rauschen oder Zischen hört. Dieses muß gleichzeitig mit der eintretenden bemerkten Stellung aufhören, aber gerade beim Kolbenwechsel, oder noch etwas vorher, wieder beginnen.

Hört man das Geräusch aber fortwährend, wenngleich beim Abschneiden etwas schwächer, so liegt der Schieber nicht an, die Expansionsvorrichtung ist im Umstand. Solches wird auch alsbald der vermehrte Aufwand an Brennstoff darthun.

c) Die Vertheilungsschieber können in gleicher Art beobachtet werden. Bei Hochdruckmaschinen hat man aber ein genaueres Zeichen in den Stößen des abblasenden Dampfes. Diese sollen von gleicher Länge sein und gleiche Dampfmassen liefern. Der Eindruck auf Auge und Ohr soll für beide Füllungen derselbe sein. Ist

aber der eine stärker, voluminöser und länger, so ist die Vertheilung nicht richtig, also die Schieberstellung oder Bewegung mangelhaft.

d) Die Vorwärmer der Hochdruck- und die Behälter der Niederdruckmaschinen sollen stets bis zur ordentlichen Wasserhöhe gefüllt sein. Wassermangel bei den im Gange befindlichen Zuführungsapparaten beweist, daß deren Theile in Unordnung sind, demgemäß den Ursachen und Zuständen nachzuforschen ist.

e) Einige Zeit nach Ingangsetzung der Maschine wird auch die Speisepumpe gebraucht werden müssen, welches Gelegenheit gibt, deren Zustand zu erkennen, Luft aus dem Stiefel zu lassen u. s. w. Es ist aber besser, sofort nach Anlassen der Maschine jene Pumpe für ganz kurze Zeit anzusetzen, um sicher Wasser zu haben, wenn der Kessel wirklich solches bedarf.

f) Die Rohrverbindungen, Flantschen, an Dampf- und Wasserleitungen dürfen nicht schadhaft sein und Dampf oder Wasser entweichen lassen.

g) Ebenso die Stopfbüchsen der Kolben- und Schieberstangen. Man gießt oftmals Fett an dieselben, das geschmolzen in den Vertiefungen des Cylinderdeckels schwimmt. Unreines Unschlitt wird durch Verkohlung der thierischen häutigen Stoffe ganz schwarz und körnig, und dadurch untauglich zum Schmieren. Nur reines Fett kann in der Art verbraucht werden und ist mit eisernem Löffel an die Stange zu gießen.

Wenn die Stangen aus den Büchsen kommen, so bedecken sie sich mit einer dünnen Haut des geschmolzenen Fettes; beim Zurückgehen streichen sie es wieder an die Büchse und deren oberen Hanfzopf ab. Ein Theil des Fettes geht indessen immer mit den Stangen in das Innere des Cylinders oder der Dampfbüchse.

h) An den Zapfen und Zapfenlagern muß sogleich nachgesehen werden, ob sich nach einigen Bewegungen das Oel durch die ganze Pfanne vertheilt, ob die Pfannen nicht zu fest angezogen sind. Wenn das Oel nicht an den Zapfen kann, so wird sich derselbe alsbald erhitzen. Dann ist das Lager auf der Stelle zu lösen, Oel hinzugießen und je nach der Hitze Wasser zur Abkühlung aufzuschütten oder aufträufeln zu lassen. In solcher Art sind alle Zapfen nachzusehen und zu befühlen. Das Anfühlen ist am meisten an der Triebstange und

den Stücken des Parallelogramms anzuwenden, auch an den tragenden Theilen des Gerüstes, den Säulen, den Fundamentschrauben. Dadurch erkennt man, ob die Stöße geschehen, die aber meistens schon hörbar sind; ob Stangen erzittern, also einer Nachstellung, Führung, Befestigung bedürfen.

i) Von der Schmiere, die von den Zapfen und Zapfenlagern fließt, nehme man von Zeit zu Zeit ein wenig und streiche es auseinander. Wenn sich Messing- oder Bronzespäne darin finden, so ist entweder das Lager einmal trocken oder zu sehr angespannt gewesen. Solche Zapfenlager müssen dann gut ausgefeilt oder erneuert werden, weil sich anderenfalls das Malmen und Anfressen gar leicht wiederholt.

224. Je nach der Zahl der Umdrehungen, Kolbenwechsel oder Bewegungen verbrauchen die Maschinentheile mehr oder weniger an Oel und Schmiere. Wie viel davon nöthig, läßt sich nicht allgemein bestimmen, sondern es ist dies praktisches Ergebniß, das sich bald an jeder Maschine herausstellt. So z. B. müssen manche Theile drei- bis viermal, ja noch öfter in einem Arbeitstage geschmiert werden, andere bekommen höchstens zweimal Oel, d. i. Morgens vor Anfang und bei dem mittäglichen Stillstande. Für diesen müssen mindestens 10 bis 15 Minuten gestattet werden.

So wie der Maschinist und auch seine Gehilfen darauf bedacht sein müssen, während des Ganges der Maschine die Theile zu säubern und abzuwischen, bei deren Berührung oder Nähe keine Gefahr zu befürchten ist, so müssen sie jeden Stillstand, außer für das Oelen der Zapfen, auf das Putzen verwenden. Der Regulator, das Parallelogramm und die Triebstange sollen nie während der Bewegung abgewischt werden. Nur zu leicht wird ein Kleidungsstück oder ein Glied des Körpers gefaßt, und es setzt dabei im günstigsten Falle noch immer arge Verstümmelungen des Unvorsichtigen ab.

Viele Maschinentheile lassen sich hingegen ungleich besser putzen, wenn sie im Gange sind, als in der Ruhe, z. B. blanke Wellen, Pumpen- und Steuerstangen. Man hat dabei nur ein Stück Schmirgel- oder Glaspapier scharf gegenzudrücken und langsam zu verschieben. Derartiges Putzen an ungefährlichen Stellen mag immerhin gestattet sein.

In kurzer Zusammenstellung besteht also die Führung der Maschinen in:

regelmäßiger Dampfproduction, gehöriger Kesselspeisung, Regulirung des Dampfzuflusses mittelst des Regulators, um gleichförmige und normale Geschwindigkeit zu behalten; Beobachtung aller Maschinentheile, gehörigem Fetten und Schmieren und Sorge für Reinlichkeit.

225. Zum Absetzen oder Stillstellen der Maschine wird die Drosselklappe ausgelöst und ganz geschlossen; dadurch verringert sich die Geschwindigkeit der Maschine so, daß man nun einen zum gänzlichen Dampfabfluß passenden Zeitpunkt erwarten kann. Man schließt also die Absperrung, und es wird die Maschine je nach der anhängenden Belastung nach $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Hüben zum Stillstand gelangen. Die günstige Stellung zum Absetzen ist (nach 220) die nach zurückgelegtem ersten Achtel des Kolbenhubes. Es bleibt immerhin rein praktisches Ermessen und Versuchen des Maschinisten, gerade diese Stellung beim Abstellen immer zu treffen. Daß es sehr wohl möglich sei, und das beschwerliche Drehen vieler Arbeiter an dem Schwungrade entbehrt werden könne, haben uns viele Anlagen und Wärter bewiesen.

Bei Niederdruckdampfmaschinen wird nach geschlossener Dampfklappe auch der Einspritzhahn geschlossen; dadurch hört die Condensation auf, es bleibt also in dem Condensator und dem mit ihm verbundenen Cylinderraume Dampf und ein solcher Gegendruck, daß der Kolben nicht mehr fort kann.

Soll nur mit halber Kraft gearbeitet werden, z. B. auf den Dampfschiffen, so beschränkt man gleichzeitig den Dampfzufluß und die Einspritzung. Auch wird auf den Schiffen schon durch die Kurbelstellung allein immer die eine Maschine auf Mitte des Hubes gestellt, während die andere zu Anfang steht. Mittelst gehöriger Versetzung des Schiebers mit der Hand kann jene erste Maschine nun sofort vor- oder rückwärts arbeiten, und in gleichem Sinne bringt sie die andere in Thätigkeit.

Niederdruckmaschinen sind gewöhnlich schneller in Ruhe zu bringen als die Hochdrucker. Ganz kleine Hochdrucker lassen sich aber auch rasch abstellen, wenn man die Reinigungshähne im Cylinderboden

oder der Dampfbüchse sogleich aufdreht. Es gibt dann zwar etwas Dampf in dem Lokal und einiges Geräusch, indessen steht die Maschine sehr bald still. Diese Art des Abstellens möge man benutzen in gefährlichen Lagen, wo z. B. durch eine einzige weitere Umdrehung ein Menschenleben verloren oder eine Maschine in Trümmer gehen würde.

226. Die kleinen Reparaturen, Nachhilfen, sind: das Antreiben der Keile, Anziehen der Schrauben an Stopfbüchsen, Zapfenlagern und Rohrleitungen.

Die Keile werden mit kupfernem Hammer oder weißbuchenem Schlägel angetrieben und auch damit zurückgeschlagen. Eiserne oder gar verstählte Hämmer schlagen Bärte an die Keile, so daß sie nicht mehr aus- und einzubringen sind. Der Maschinist fühlt bald beim Antreiben eines Keiles, ob derselbe fest genug sitze und nun die Pfanne nicht mehr schlottere, ohne aber sich zu erhitzen.

Wenn die Stopfbüchsen neu gelidert sind, so lassen sie sich noch viel zusammenpressen. Nach und nach aber hört ihre Zusammendrückbarkeit der Packung auf, und dieselbe beginnt, Dampf entweichen zu lassen. Dann legt man noch einige Hanfzöpfe nach und zieht aufs neue fest an. Die Dauer der Liderungen ist von gar manchen Umständen abhängig, z. B. von der Zahl und Geschwindigkeit der Bewegungen, Hitze des Dampfes, Güte des Hanfes und der Art, wie die Büchse fett erhalten wird. Die Packung ist verschlissen, verbrannt, wenn man mittelst Anschrauben der Büchse durchaus keinen dampfdichten Schluß mehr bekommt; alsdann muß sie ganz erneuert werden.

An den Stopfbüchsen mit Zugschrauben ist darauf zu achten, daß die Muttern derselben immer gleichviel gedreht werden, sonst klemmt sich die Büchse an die Stange und verursacht schädliche Reibung.

Die Pfannen und Pfannendeckel der Zapfenlager gehen bekanntlich nicht ganz um den Zapfen herum und liegen nicht dicht aufeinander. Zwischen Deckel und Untertheil werden Hölzchen gelegt, so daß, wenn der Deckel aufgeschraubt wird, die Pfanne den Zapfen gerade fest umschließt, ohne ihn zu spannen. Man sorge also stets für gehörige Dicke dieser Holzscheiben, dann kann man die Schrauben des Lagers zuerst so fest ziehen, daß die Muttern nicht mehr gehen; hierauf dreht man eine halbe bis eine ganze Umdrehung, je nach der

Höhe des Gewindes, zurück, und so ist man des festen, richtigen Standes der Pfannen gewiß. Dasselbe gilt für die Bügel der excentrischen Scheiben. Sobald diese nicht genau um ihre Scheibe festliegen, werden die Schlittenstangen der Schieber, Pumpen, erzittern. Dieses rührt aber auch oft daher, daß die Bolzen der Gelenke und besonders die cylindrischen, sich ausleierten, unrund wurden und nun Stöße verursachen. Darum sind konische Zapfen besser (211), die in solchen Fällen nur angezogen zu werden brauchen.

227. a. Für die Führung und Wartung der Lokomotive sind zwei Personen bestimmt, der Lokomotivführer und der Heizer.

Anmerkung. Siehe Ausführliches in Fritsche's praktischem Taschenbuch für Lokomotivführer.

Eine bis anderthalb Stunden vor der Abfahrt wird der Rost in die noch kalte Maschine eingelegt, Holz und Koke auf denselben gebracht und langsam angeheizt. Hierbei wird der Luftzug für das Feuer durch einen im Lokomotivschuppen angebrachten beweglichen Schornstein verstärkt. Sobald die Erwärmung begonnen hat, wird der Steuerungshebel in die mittlere Stellung gebracht, der Regulator geschlossen und die Tenderbremse angezogen, damit die Maschine sich nicht ohne Zuthun des Führers von der Stelle bewegen kann.

Während der Zeit des Anheizens wird die ganze Lokomotive durch den Heizer untersucht, der alle Zapfen zu ölen, alle Hähne nachzusehen und sich von dem geordneten Zustande aller Theile zu überzeugen hat. Wenn die nöthige Dampfspannung erreicht ist, so ist es am besten, daß die Maschine aus dem Lokomotivhause heraus auf eine Seitenbahn geführt werde. Hier kann der Führer sowohl ihre gute Instandsetzung versuchen, als auch die Pumpen in Thätigkeit bringen. Diese Vorarbeiten nehmen etwa 1 bis $1^1/_2$ Stunden in Anspruch, und es kann die Lokomotive mit beinahe geschlossenem Regulator an die Spitze des Wagenzuges geführt und angehängt werden. Bei jeder Abfahrt und eine Zeitlang nach derselben müssen die Reinigungshähne der Cylinder geöffnet werden, und zwar so lange, bis aus denselben das in den Dampfräumen der Maschine condensirte Wasser vollständig ausgeblasen ist.

Darauf wird dann der Zug in Bewegung gesetzt, und zwar muß dieses sehr langsam und vorsichtig geschehen. Der Steuerungshebel

wird dabei ziemlich weit nach vorn gelegt, und die Dampfklappe nur sehr wenig geöffnet, wodurch die Triebräder in eine sehr langsame, aber stetige Bewegung gerathen, so daß die Wagen ohne Stoß ihren Platz verlassen und die verbindenden Anhängeketten sich eine nach der anderen spannen. Ist der ganze Zug in Bewegung gekommen, so kann der Regulator mehr und mehr geöffnet und zugleich der Steuerungshebel der mittleren Stellung etwas genähert werden, bis die gehörige Geschwindigkeit erreicht ist. Der Regulator soll beim Beharrungszustande nicht ganz offen sein, damit bei vorkommenden Steigungen der Bahn, wo der Widerstand größer ist als der normale, noch ein Zuwachs an Kraft erhalten werden kann. Diese vermehrte Wirkung kann jedoch der Maschine nur für kürzere Zeit bei gleichbleibender Feuerung zugemuthet werden.

Nähert man sich einer Station, so muß in einer Entfernung von 2400 bis 3000 Fuß die Bewegung der Maschine verlangsamt werden: Schließung des Regulators, mittlere Position des Steuerungshebels und zuletzt noch Anziehung der Bremsen; den Bremsern wird durch die Lärmpfeife das Zeichen zum allmäligen Aufhalten des Zuges gegeben. Sollte dieser zu rasch an der Station ankommen, so kann man auch noch Gegendampf anwenden.

Während der Fahrt wird die Feuerbüchse immer bis an die Höhe der Röhren mit Koke gefüllt erhalten. Wegen der beim jedesmaligen Nachschüren eintretenden Uebelstände des Eintretens von kalter Luft und des nur allmäligen Erglühens der neu eingebrachten Koke muß dieses sehr rasch und geschickt geschehen und erfordert eine große Uebung des Heizers. Auch muß man ebendeshalb das Schüren auf Zeitpunkte zu legen suchen, wo man wenig Dampf gebraucht, oder wo man einen Ueberschuß daran hat. Die Kokestücke sollen nicht zu klein sein, weil sie sonst durch den scharfen Zug mit fortgerissen werden und leicht die Röhren verstopfen können.

Ist durch irgend welche Umstände Dampfmangel im Kessel eingetreten, so muß man langsam fahren und so lange nur sehr wenig Wasser einpumpen, bis man den Normalzustand wieder erreicht hat. Hat der Dampf eine zu hohe Spannung erreicht, so pumpt man mehr Wasser in den Kessel, wodurch die Spannung abnimmt, oder

aber man läßt, wenn der Wasserstand schon ausreichend hoch ist, Dampf in den Tender strömen.

Kommt der Zug in die Nähe der Endstation, so thut man wohl, das Feuer langsam kleiner und kleiner werden zu lassen, bis man zuletzt nur gerade noch so viel Feuer hat, als nöthig ist, um den Stationsplatz zu erreichen. Durch dieses Verfahren kann man eine Menge Koke ersparen.

Viele Maschinen werfen beim Fahren mit dem Dampf auch Wasser aus dem Kamin aus (das Spucken der Maschine); dies kann verschiedene Ursachen haben: zu hoher Wasserstand, zu kleiner Dampfraum, Unreinigkeiten im Wasser, mit denen dasselbe leicht fortgerissen wird; auch entstehen bei plötzlichen Aenderungen der Regulatoröffnungen leicht Wallungen, bei welchen Wasser mit in die Maschine hinübergerissen wird. Um das Spucken zu verhindern, muß man diese schädlichen Einflüsse möglichst fern zu halten suchen.

b. Kesselspeisung. Der Wasserstand muß immer genau oder annähernd auf seiner normalen Höhe erhalten werden. In dem Saugrohre jeder Speisepumpe befindet sich, vom Tender aus verstellbar, ein Ventil. Mittelst desselben wird der Wasserzufluß zur Pumpe regulirt. Die Lieferungsfähigkeit der Pumpe ist um ein Bedeutendes größer, als es für den Dampfverbrauch nöthig wäre, weil bei der raschen Bewegung des Kolbens und der Ventile diese sehr unvollkommen arbeiten. Man kann die Speisung entweder als fortdauernde oder mit Absätzen einrichten; bei der ersten Art bleibt das Regulirungsventil während der ganzen Fahrt in beinahe unverändertem Hebungszustande; bei der zweiten Art wird das Ventil bei Wassermangel geöffnet und, wenn der Kessel Wasser genug hat, wieder zugestellt und so fort. Die erste Art ist am tauglichsten für ebene Bahnen, die andere für Bahnstrecken von auffallendem Wechsel in Steigung und Neigung. Um sich von dem Zustande der Pumpe in Kenntniß zu setzen, muß man dann und wann das Probirhähnchen derselben öffnen, aus dem beim richtigen Gange stoßweise Wasser ausströmen muß.

In der Nähe jedes Bahnhofes soll man den Kessel gut mit Wasser versehen, damit es beim Abfahren nicht daran mangele. Namentlich

soll die Kesselfüllung am Schluß einer Fahrt vor der Uebernachtung noch in vollem Maße vorgenommen werden.

Siebentes Kapitel.

Von den Reparaturen an den Maschinen.

A. Der Cylinder.

228. Unrichtiger Stand desselben. Dieser rührt von mehreren Ursachen her, z. B. wenn Maschinen unmittelbar auf hölzerne Rahmen gelegt werden, oder wenn Balken im Fundament liegen und dort die Vorsteckscheiben nicht groß genug sind, wodurch sich die Schrauben ungleich spannen, von losen Fundamentschrauben, und endlich von dem Drucke der sich ausdehnenden, aber nach einer Seite hin abgesteiften Dampfrohre.

Die Verwendung von Holz in Maschinen-Fundamenten sollte man so viel als möglich umgehen. Es nimmt keinen Verband mit dem Mauerwerk an, verändert sich fortwährend durch Austrocknen und in der Hitze, die Fundamentschrauben ziehen sich bei noch so großen Scheiben immer nach, werden also nie eigentlich fest. Steuerungswellen und Pumpen, erstere aber noch weniger als letztere, dürfen darauf befestigt werden.

So wie alle Schrauben einer Maschine sich von Zeit zu Zeit meist durch die Wärme und Ausdehnung lösen und deshalb fest angezogen werden müssen, so muß das vorzugsweise am Cylinder geschehen. Dabei drehe man aber, wenn einmal der Cylinder richtig steht, auch jede Mutter gleichweit herum; würden eine oder zwei mehr als die anderen herumgedreht, so erfolgte daraus unfehlbar ein schlechter Stand des Cylinders.

Wenn die Dampfzuleitungsröhren an der einen Seite des Ma-

schinenlokals fest an der Wand liegen, also der Ausdehnung nach dieser Richtung nicht folgen können, so muß der Cylinder beim Warmwerden der Röhren, wenngleich nur wenig, schief zu stehen kommen. Die Röhren gehen gewöhnlich an den Obertheil des Cylinders, haben also bei solcher Ausdehnung die meiste Macht, ihn zu neigen.

Die Abhilfe dieser Uebelstände beruht in der Wegräumung, Abänderung des nachtheiligen Einflusses.

229. Man erkennt den unrichtigen Stand eines Cylinders aus dem ungleichen Arbeiten, d. h. Reiben und Schleifen des Dampfkolbens in demselben, dann durch Untersuchung mit der Blei- oder Setzwage. Oft ist die Abweichung so bedeutend, daß die Kolbenstange dadurch krumm wird. Ein anderes Zeichen, welches während des Ganges der Maschine beobachtet werden kann, ist, wenn in der Stopfbüchse viel Reibung ist, und deren Deckel, besonders wenn er noch etwas hoch steht, beim Auf- und Niedergehen der Kolbenstange hin- und herschwankt.

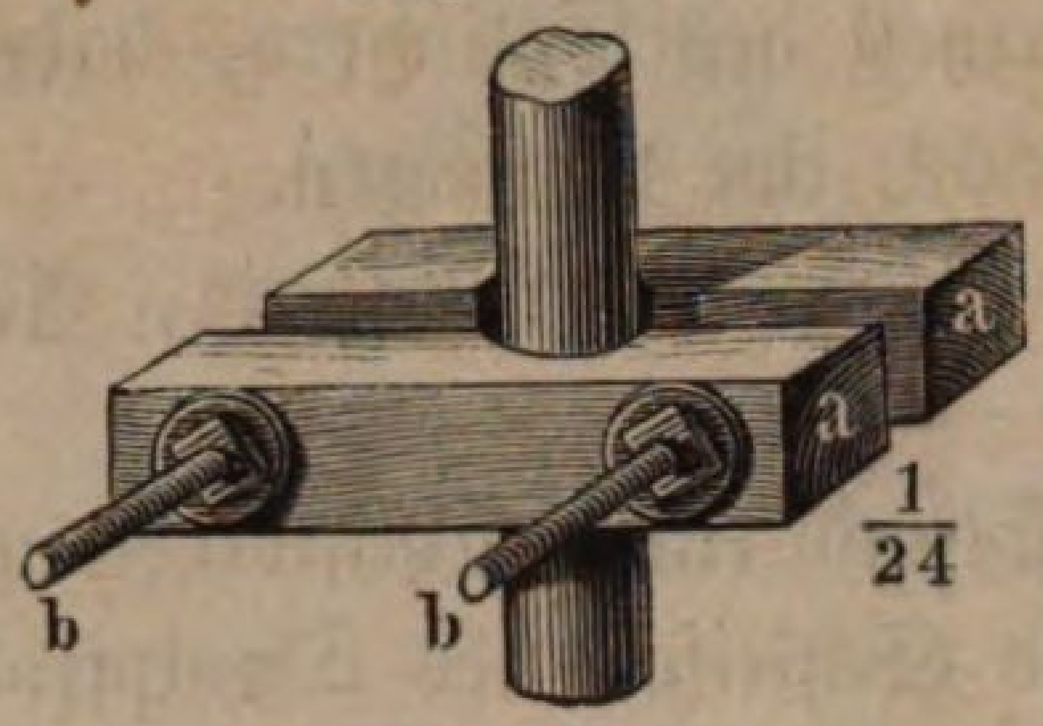
Wenn man bei solchen Anzeichen gewiß ist, daß der Fehler nicht im Parallelogramm oder bei anderen Maschinen am Querhaupt u. s. w. liegt, so muß der Cylinderdeckel abgeschraubt, oftmals auch der Kolben herausgenommen werden. Man stellt zu dem Zwecke den Kolben auf den untersten Stand, löst den Keil, der die Kolbenstange in dem Querhaupt hält, aus, schlingt einen guten starken Strick um die (noch feste) Stopfbüchse und befestigt diese, und somit auch den Deckel an das Querhaupt. Jetzt muß dieses auf die höchste Stelle des Hubes gebracht werden, indem man das Schwungrad um eine halbe Umdrehung weiter dreht. Dabei bleibt der Kolben mit der Stange in dem Cylinder stehen. Weil der Deckel dann aber noch immer das Herausnehmen des Kolbens hindert, so wird er vorsichtig losgebunden, bei Seite gestellt und unter der Zeit gut gereinigt.

Die Schrauben für die Befestigung des Deckels stecke man in die zugehörigen Löcher am Deckel, damit sie weder verwechselt, noch verloren werden können.

Man dreht nun die Maschine wieder um eine halbe Umdrehung zurück, läßt das Querhaupt auf die Kolbenstange gehen, steckt ein Eisen durch und zieht nun den Kolben bis so weit vom höchsten Stande, daß bei fortgesetzter Drehung das Querhaupt noch aus der Stange

gehen kann. Vor diesem Drehen aber befestigt man die in Fig. 308 gezeichnete Zwinge oder Bremse um die Kolbenstange, vermittelst welcher nun der Kolben leicht ausgehoben werden kann. *a, a* sind zwei Backen aus Weißbuchenholz, in welche zwei Vertiefungen zum Umfassen der Stange eingearbeitet sind. *b, b* sind Schraubenbolzen, die ziemlich breite Unterlagscheiben haben. Man reinigt die Stelle der Stange, an welche man die Zwinge legen will, sorgfältig von Fett und zieht die Schrauben recht scharf an. Kleine Kolben kann man mit dieser Zwinge sofort mit der Hand herausheben, bei größeren schlingt man ein Seil um und bedient sich des Flaschenzuges.

Fig. 308.



So wie bei dem Aufziehen der Metallkolben die Ringe heraustreten, müssen sie mit Stricken umbunden, oder noch besser, durch ein bereitgehaltenes Band von Eisenblech zusammengehalten werden.

230. Wenn der Cylinder ungleich ausgeschliffen, an der einen Seite unten matt, oben aber blank ist, und das Entgegengesetzte auf der gegenüberstehenden Seite stattfindet, so steht der Cylinder unrichtig.

Die Bleiwage, deren man sich bei der Cylinderbefestigung bedient, zeigt Fig. 309.

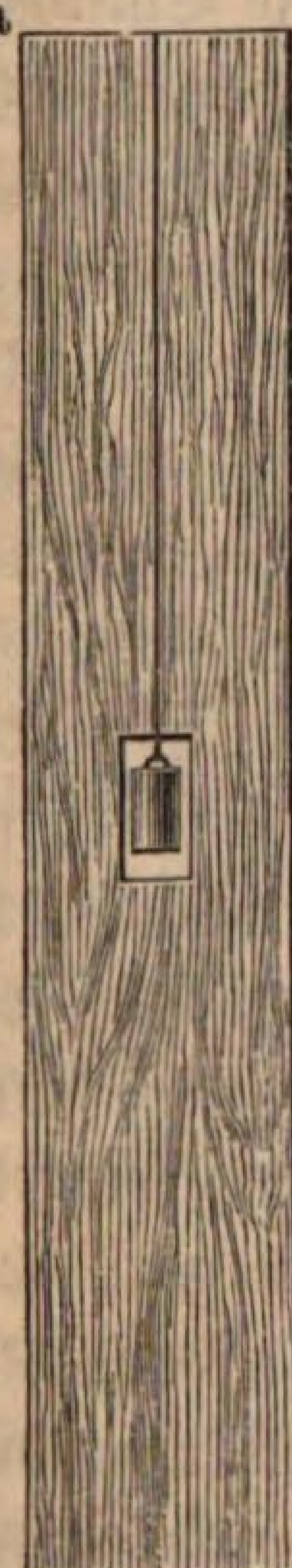
Ein Brett von circa 80^{mm} Breite und der ungefähren Höhe des Cylinders hat die genau parallelen Seiten *ab* und *cd*, in der Mitte einen Ausschnitt, in dem das Loth hängt. Der dünne Bindfaden ist oben in der Mitte des Brettes befestigt und schlägt bei vertikalem Stande der Wage in den darauf gezogenen Riß, der genau den Seiten parallel läuft.

Man untersucht den Cylinder, indem man die Wage auf vier wechselsweise gegenüber liegenden Stellen desselben anschlägt. Welche Schrauben angezogen werden müssen, welche Seite zu unterlegen, durch Keile zu erhöhen ist, zeigt sich in jedem Falle sehr bald.

Bei den Maschinen mit Balancier und Parallelogramm muß die Cylindermitte genau nach 210 liegen, und um dieses zu erreichen, sucht man jene Mitte auf einem oben in den Cylinder gespannten, mit Kreide beriebenen Brette, hängt aus dem Loche des Querhauptes

ein spitzes Loth herunter, und schiebt den Cylinder so lange, bis diese Spitze auf die Mitte trifft. Die Durchbohrung des Querhauptes soll genau vertikal stehen, also, wenn der Faden oben in der Mitte des Loches fest ist (in einem Holzpflock), auch unten in der Mitte hängen. Hierbei ist ebenfalls vorausgesetzt, daß das Parallelogramm genau und richtig befestigt sei.

Fig. 309.



Mit dem Unterkeilen eines Cylinders muß man vorsichtig sein: denn sehr leicht kommt derselbe zu hoch zu stehen; dann stößt der Kolben, oder die gewöhnlich nach unten vorspringende Kolbenstange auf den Cylinderboden. Wird man dieses nicht vor Ingangsetzung der Maschine gewahr, so kann der Boden durch den mächtigen Stoß, den er durch den Kolben erhält, zertrümmert werden. Man messe also jedesmal genau nach, oder drehe nach eingesetzter Kolbenstange die Maschine auf untersten Hub und horche genau, ob vielleicht ein Stoß stattfindet.

Bekanntlich müssen die Zwischenräume über und unter dem Kolben sehr geringe sein, 203.

Der Erbauer oder Monteur der Maschine soll bestimmte Zeichen auf dem Fundamente machen, sobald er den Cylinder richtig gestellt hat.

Das Zusammensetzen der Maschine erfolgt in umgekehrter Ordnung des Auseinandernehmens.

231. Cylinder, welche kleinere oder größere Löcher, Poren haben, sind oft nicht dampfdicht und, wenn Hanfkolben in denselben arbeiten, so wird deren Packung dadurch zerrissen. Die Ueberbleibsel finden sich dann im Vorwärmer, dem Condensator, der Luftpumpe.

Die Probe auf Dichtigkeit läßt sich bald machen: man stelle den Kolben oben in den Cylinder, und gebe in den Raum unter dem Kolben Dampf, stütze aber vorher das Schwungrad, damit keine Bewegung erfolgen kann. Wenn alsdann Dampf am Kolben vorbeigeht, so hört man solches am Geräusche und fühlt es an der Erhitzung des Condensators.

Das einzige Mittel hierbei ist, die Löcher in der Cylinderwand so weit als möglich aufzuräumen, Bleizapfen oder besser gußeiserne Stifte hineinzutreiben, und solche mit der inneren Cylinderwand gleich zu arbeiten. In den wenigsten Maschinen sind die Cylinder so weit, daß ein Arbeiter hineinsteigen und die Löcher aufbohren könnte, um eiserne Stifte einzuschrauben. So lange die Cylinder oben und unten offen (in der Werkstätte) sind, ist solche Arbeit noch eher möglich.

Anmerkung. Diese Notiz sollte man eigentlich heute für überflüssig halten, wo der Maschinenbau so weit vorgeschritten, das Erzeugen tadelloser Cylinder als gesichert zu betrachten ist. Allein es kommen gerade hier noch fast unglaublich scheinende Dinge vor und selbst in sonst gut renommirten Werkstätten. Also habet Acht, ihr Käufer von Dampfmaschinen!

Bei Maschinen mit Metallkolben, die Spannkeile haben, muß im Cylinder von Zeit zu Zeit, z. B. wenn der Kranz des Deckels undicht ist, nachgesehen werden, ob jene Keile nicht zu weit herausgetrieben sind und Einschnitte, Nuthen, in den Cylinder einreiben. Dieser fatale Umstand kommt oft und gegen Erwarten vor; er ist aber auch meistens durch ein Rasseln und Schaben zu erkennen, das vom Innern her vernehmbar wird. Solche Keile müssen abgestumpft oder durch neue, breitere ersetzt werden; aber nie soll man dann die Keile bloß nach einer anderen Seite des Cylinders wenden.

232. Wenn der Boden des Cylinders undicht wird, so bleibt in den meisten Fällen nichts übrig, als denselben ganz herauszunehmen und aufs Neue einzukitten, und zwar kann man dies mit gutem Eisenkitt thun, da der Boden doch selten oder nie losgeschraubt und neu gedichtet zu werden braucht.

Der Cylinderdeckel dagegen erhält eine Zwischenlage von steifem Kitt oder einen Mennigkranz, Leinölfirniß, vulkanisirten Gummi. Bei sorgfältiger Herstellung, wobei nur Leinwandstreifen zum Umwickeln gebraucht werden dürfen, hält dieser sehr lange. Der Kranz bleibt gewöhnlich an dem Deckel haften, wenn dieser vorsichtig abgenommen wird. Man lasse ihn daran und bestreiche seine untere Seite, die auf dem Bord des Cylinders liegt, sogleich mit Oel. Das erweicht den Kitt etwas und erspart das Bestreichen mit neuem Kitt. Letzteres fällt ohnedies gewöhnlich ungleich aus.

Bei schön gedrehten Cylinderflantschen kann man den Hanfkranz auch ganz entbehren, indem man nur steifen Mennig oder auch Mastic-Serbat (Braunsteinkitt) in dünner Schicht auf die Flantschen streicht.

Undichte Stellen des Kranzes können hier nicht so leicht wie anderswo beseitigt werden; denn man soll alle Schrauben immer gleichmäßig anziehen, um den Deckel nicht schief zu stellen. Tritt solch ein Uebelstand während des Ganges der Maschine ein, so drücke oder stemme man den Kranz mit einem stumpfen Meißel nach innen, stopfe etwas Hanf ein und treibe einen dünnen Holzkeil nach, der in Kitt getaucht ist. Die Deckel mit hohem äußeren Rande, welche den Cylinderbord umschließen, sind zwar schön und gefällig, aber äußerst unbequem zum Dichthalten; die Erklärung findet sich im Vorherigen.

In der neuesten Zeit wendet man mit dem größten Vortheil statt der Mennigringe zum Dichtschrauben der Cylinderdeckel Kautschukringe an. Ein solcher Ring wird aus runder, 1/4 bis 3/8″ dicker Kautschukschnur, deren Enden man zusammennäht, gefertigt, und auf eine der beiden Flantschen unmittelbar aufgelegt. Zwischen den Ring und die andere Flantsche aber legt man noch einen etwas eingefetteten Pappdeckel- oder gar nur Papierkranz. Dieser letztere macht, daß der Gummiring bloß an der einen Flantsche festklebt, und so bleibt derselbe beim Abschrauben des Deckels stets ganz unverletzt.

233. Die Stopfbüchsen erfordern einen langen, feinen und weichen Hanf. Man soll die Zöpfe so lang als möglich ausziehen, dieselben rein halten und ohne Sand und Staub anwenden. Die Kolbenstangen werden durch solche Unreinigkeiten geritzt und verdorben, und daraus entstehen Nuthen, Oeffnungen, die häufig mit der besten Packung und dem schärfsten Anziehen nicht zu schließen sind. Auf den Boden der Büchse legt man einen geflochtenen Ringzopf. Die Zöpfe werden in geschmolzenes reines Fett getaucht und reichlich dick um die Stange gewickelt, so daß sie mit Mühe in die hohle Büchse gedrückt werden müssen; zwei oder drei werden zusammen in die Büchse hinabgetrieben und durch Aufstoßen mit der Stopfbüchsbrille festgeschlagen. Ist endlich die Büchse in dieser Weise mit Packung gefüllt, so legt man die Schrauben ein und zieht die Brille fest. Sollte sich die Packung noch sehr zusammendrücken, so gibt

man noch einige Zöpfe nach, und schraubt dann recht fest an. Bei einer neu geliderten Stopfbüchse soll das Obertheil nicht mehr denn 1″ in das Untertheil hineingehen. So wie sich die Packung durch den Gang der Maschine zusammenzieht, werden die Schrauben nachgedreht; man legt auch wohl einige neue Zöpfe nach. Undichte Stopfbüchsen sind bei den Niederdruckmaschinen viel nachtheiliger als bei den Hochdruckern; denn bei jenen strömt atmosphärische Luft, der größte Feind des guten Ganges und Effectes, bei jeder Umdrehung der Maschine in den Condensator; die Hochdrucker verlieren aber nur einen kleinen Theil des Dampfes.

Man kann sicher sein, daß bei jenen Luft in den Cylinder geht, sobald das geschmolzene Fett, womit man den Kranz der Büchse füllt, rasch von dem Cylinder verschluckt und in den Condensator geführt wird, wo es das Wasser fettig und schmutzig macht.

Wenn die Packung hart und wenig geschmiert ist, man auch die Schrauben zu stark anzieht, so reicht die Reibung der Stange hin, die Packung zu verbrennen, welches einen dicken schwarzen Rauch, oft auch helle Flammen verursacht. Dann müssen die Schrauben gelöst und Fett zugeschüttet werden, bis der Gang wiederum sanfter wird. Wenn die Packung verbrannt und verkohlt ist, so erneuere man sie von Grund auf.

Der Verschleiß bei den Stopfbüchsen ist unterschiedlich, 5 bis 8 Wochen lang kann eine solche je nach den Umständen aushalten.

Fig. 310.



Das Herausnehmen der alten Packung macht dem Maschinisten oft viel zu schaffen; dabei trägt er indessen selbst die Schuld. Erstlich darf man die zu erneuernden Büchsen nicht ganz kalt werden lassen, denn in der Wärme sind sie viel leichter zu lösen; zweitens muß man sich besserer Werkzeuge bedienen, als es spitze Haken, Eisen u. dgl. sind. Wir haben dazu stets je nach der Tiefe und Breite der Packung starke Schraubenzieher, nach Art der Korkzieher (siehe Fig. 310), angewandt; man kann mit solchen die festeste Packung in kurzer Zeit ausräumen. Wir sahen manchmal Wärter in Ermangelung eines solchen Werkzeuges mit Meißeln in den Büchsen alles zerstampfen und zerfetzen, wobei die Kolben und Schieberstangen viel litten.

B. Der Dampfkolben.

234. Der häufigste und dabei schlimmste Fehler der Dampfkolben ist das Undichtsein. Ohne den Cylinderdeckel abzunehmen, läßt sich wohl keine ganz genaue Probe darüber anstellen. Doch sind der Zeichen dafür an jeder Art von Maschinen so viele, daß man bald darüber im Klaren sein kann. Zunächst nimmt der Kohlenverbrauch für gleichbleibende Leistung zu, das Abblasen des Dampfes ist viel stärker und es hält fortwährend an; bei den Niederdruckmaschinen muß viel mehr Wasser zugelassen werden, der Condensator erhitzt sich.

Die Maschinen, welche einen offenen Schmierhahn auf dem Deckel haben, können leicht mittelst desselben erprobt werden. Man stellt die Maschine so, daß der Dampf unter den Kolben geht, und läßt den Hahn offen. Der größere Theil des am Umfange des Kolbens entweichenden Dampfes bläst dann durch den Hahn ab.

Bei der Wichtigkeit, welche der dampfdichte Kolbenschluß bei jeder Maschine hat, ziehen wir es vor, denselben recht scharf zu prüfen. Deshalb öffnen wir den Cylinderdeckel, stellen den Kolben circa einen halben Hub im Hinaufgehen begriffen, und geben bei gesperrtem Schwungrade den Dampf mit voller Spannung unter den Kolben. Sofort erkennt man aus der Art des Durchströmens des Dampfes den Zustand des Kolbens. Geht der Dampf am Umfange heraus, so ist dieser undicht; kommt er aber zunächst an der Stange heraus, was indessen seltener ist, so hat in der Regel die Kolbenstange Spiel, d. h. sie ist lose in der Kolbennabe. Dieser Zustand ist gewöhnlich von Schlägen begleitet, welche oben oder unten, je nachdem die Kolbenstange eingesetzt ist, beim Kolbenwechsel geschehen. Es muß nun der Befestigungskeil aufs neue angetrieben werden. War aber der Dampfverlust stark, so muß man die Kolbenstange herausnehmen, reinigen, rundum gleichmäßig mit Oelkitt bestreichen und dann, eingesetzt, mit einem neuen Keile befestigen. Wenn es der Kolben gestattet, eine Splette anzuwenden, deren gespaltenes Ende umgebogen werden kann, so ist einer solchen der Vorzug zu geben.

235. Die Undichtheit der Hanfkolben wird durch Nachziehen des Deckels mittelst der Kolbenschrauben, durch erneute Pressung der Hanfpackung bewirkt. Die neu geliderten Kolben sollen nach halbtägigem Gange zum erstenmal nachgeschraubt werden; späterhin ergibt sich die Nothwendigkeit des Nachschraubens jedesmal, wenn der Kolben undicht ist, und so treibt man es so lange, als die Schrauben es zulassen. Es ist gut, dann eine neue Seillage zuzufügen.

Die Hanfkolben in gut gehaltenen Maschinen sowohl von niederem als hohem Druck können bei guter Schmiere immerhin sechs Wochen zum wenigsten arbeiten, ohne daß die Packung ganz erneuert werden müßte; daß man bei sehr guter Pflege viel länger damit auskommt, ja sogar 4 bis 6 Monate damit arbeitet, ist auch nicht selten. Dazu aber müssen natürlicher Weise immer einige neue Packflechten aufgelegt werden. Wenn die Kolben verschlissen, d. h. verrieben, verbrannt sind, so kommen Fetzen der Packung in die Luftpumpe oder den Vorwärmer, und so ist es dann Zeit, die Packung ganz neu zu machen.

Dazu werden aus reinen weichen Hanfseilen breite Geflechte aus 6 bis 8 vierlitzigen Schnüren gemacht, die immer gerade so lang sind, als der Umfang des Cylinders beträgt; ihre Enden stoßen beim Einlegen fest zusammen. Vor dem Einlegen taucht man sie in geschmolzenes Unschlitt, packt so viele davon regelmäßig auf und neben einander, mit Abwechselung der Stoßfugen, als in den Raum zwischen Kolben und Cylinder gehen, preßt dann den Deckel tüchtig auf, löst ihn wieder und legt noch so viel nach, daß die Schrauben des Kolbens hinreichend Gewinde haben und auch der Kolben selbst nicht zu hoch für den Cylinder ist, so daß er oben anstoßen könnte.

Statt der Hanfflechten wendet man auch wohl solche von gezwirnter Baumwolle an, die sich in der Regel noch weit besser halten als die hänfenen.

Vor dem Auflegen des Deckels ist die ganze Packung nochmals mit Fett zu begießen.

Zum Schmieren der Hanfkolben soll nur reiner guter Talg, der keine Fleisch- oder Hauttheile mehr enthält, verwendet werden. Man läßt vor dem Stillstehen davon ein ziemliches Quantum in den Cylinder einfließen, damit dieser über Nacht und überhaupt während

des Stillstandes in die Packung dringe und etwaiges Anrosten verhindere; auch sollen die Maschinen mit Hanfkolben immer mit dem Kolben ganz unten abgestellt werden, um so wenig als möglich Wasser in dem Cylinder zu behalten. Der Rost ist ein großer Feind dieser Kolben. Wenn dergleichen Maschinen für eine Woche oder für länger stehen bleiben sollen, so muß die Packung ganz herausgenommen werden.

236. Die Metallkolben arbeiten gewöhnlich ohne Fett, etwas weniges mögen sie wohl durch die Kolbenstangen bekommen, welches diese durch die Stopfbüchse mit hereinbringen.

Ob ein Metallkolben gut geht, sieht man sogleich an der Cylinderwand, die dann ganz blank ist. Schwarze, matte Stellen zeigen immer an, daß hier am Kolben ein Fehler sei, oder der Cylinder nicht richtig stehe (229).

Schmutz, erdige Theile, durch den Dampf aus dem Kessel herübergeführt, verkohltes Fett u. dergl. sind am meisten die Ursachen des Undichtseins bei schlecht gehenden Metallkolben. Zwischen Boden und Deckel, zwischen die einzelnen aufeinander geschliffenen Ringe setzen sich die Schmutztheile fest und machen alle Theile unbeweglich. Die Federn können nicht mehr wirken, die Ringe schieben sich nicht mehr. Solchen Uebelständen wird also durch sorgfältige Reinigung des Kolbens und Nachhärten oder Nachhämmern der Federn abgeholfen. Man nehme sich beim Wiederzusammensetzen eines geöffneten Metallkolbens sehr wohl in Acht, die einzelnen Stücke zu verwechseln und bringe ein jedes wieder an die zugehörige Stelle, sonst entstehen unausbleiblich Undichtheiten.

Wenn die Ringe fast durchgeschliffen sind, oder wenn dieselben zwischen Boden und Deckel schlottern, wenn neue Keile erforderlich sind, so übergiebt man diese Reparatur am besten dem Maschinenfabrikanten.

Oftmals kann der Maschinist mit bloßem Nachschmirgeln helfen. Dabei werden die Ringe mit ihren Keilen zusammen gespannt, wie sie im Kolben liegen müssen, und dann eine jede Lage fest auf die andere geschliffen. Zum letzten Schleifen soll nur geschlämmter feinster Lehm genommen werden.

C. Die Steuerung.

237. Dieselbe wird oft durch condensirtes Wasser in der Dampfbüchse und den Dampfwegen beeinträchtigt; die Mittel zur Entfernung des Wassers wurden schon früher angegeben. Wenn die Steuerungen Stopfbüchsen haben, die nach unten gehen, so wird an diesen beständig Wasser abtropfen, welchem Uebelstand nicht gut abzuhelfen ist. Man stelle nur ein Gefäß unter, aus dem irgend ein Ablauf gemacht wird; sorge aber für trocknen Dampf, guten Schutz der Dampfröhren.

Bei einem gut aufliegenden, dampfdicht schließenden Schieber ist sowohl die gleitende Fläche des Schiebers, als der Schieberspiegel, glatt und fast polirt. Undichtheiten werden sich immer durch matte Stellen auszeichnen. Man mache dann eine Probe, indem man den Schieber genau so stellt, daß zu keiner Seite frischer Dampf in den Cylinder einströmen kann, dann den Dampf in den Schieberkasten läßt und dann mit der Hand fühlt, ob der Cylinder, das Blasrohr oder dergleichen Theile sich erhitzen, und mittelst des Gehörs Dampfentweichen zu vernehmen sucht. Bei Condensationsmaschinen ergibt solches sich bald durch Erhitzung des Condensators, Brodeln des Wassers in demselben.

Solche Undichtheiten können entstehen: 1) weil der Schieber überhaupt nicht aufliegt und auch bei vollem Dampfdrucke sich nicht auflegen kann; 2) weil die Flächen rauh, uneben und verdorben sind. Constructionsfehler, z. B. unrichtige Maße, Längen u. s. w., dürfen natürlich nicht da sein. In dem ersten Falle muß der Schieber dem Spiegel näher gebracht werden; dies kann man auf mehrfache Art bewirken. Ist der Schieber lose, so treibt man ihn nur vor und spannt die Federn auf dem Deckel hinreichend nach. Ist er aber unveränderlich fest an der Schieberstange, dann muß entweder der Kranz zwischen Dampfbüchse und Cylinder dünner gemacht, oder, was besser ist, die Stopfbüchse jener Stange nach dem Cylinder hin verschoben werden. Es ist also gut, wenn diese Stopfbüchse nicht an den Dampfkasten gegossen, sondern mit Kittkranz aufgesetzt ist. Die Löcher, durch welche ihre Befestigungsschrauben

gehen, müssen oval sein, damit eine Schiebung möglich sei; auch muß die Oeffnung in der Dampfbüchse weit genug sein, daß die Schieberstange ohne anzureiben jener Veränderung folgen kann.

Damit die Schieberstange zum Excentrik richtig bleibe, läßt man in neueren Constructionen die Büchse fest und führt den Schieber mittelst eines umgelegten Rahmens.

Bei den D-Schiebern hilft man sich durch zweckmäßiges Unterhalten und Nachziehen der Liderungen.

238. Unebenheiten, matte Stellen auf den Flächen werden abgeschliffen. Diese, namentlich bei schweren Schiebern mühsame Arbeit geschieht meist bei feststehendem Cylinder; die Dampfbüchse wird abgenommen, an die Schieberstange ein Seil befestigt, an dem, über eine Rolle geleitet, ein Gewicht zum Tragen des Schiebers hängt. Es wird zuerst grober Schmirgel mit Wasser an die Fläche gestrichen, dieser abgeschliffen, und weiter fort, wie es das Korn der Fläche gestattet, feinerer Schmirgel genommen. Zuletzt bedient man sich des feinsten geschlämmten Schmirgels oder Lehms mit Oel angerieben.

Sind wirkliche Untiefen in den gleitenden Flächen, so müssen diese ganz eben gefeilt, nöthigenfalls abgemeißelt werden. Sobald die Flächen mit der Vorfeile eben gearbeitet sind, kann man das Schleifen beginnen. Zu jener Arbeit müssen die stehenden Cylinder umgelegt werden. Dieses sind aber schon Arbeiten des Maschinenfabrikanten, dem solcher Art beschädigte Cylinder zur Reparatur zu überweisen sind.

Man verschließt beim Schleifen die Dampfwege durch eingetriebene Holzpflöcke, damit Oel und Schmirgel nicht verloren gehen. Diese Pflöcke müssen so tief stehen, daß der sich in den Dampfwegen über ihnen sammelnde Schmirgel nicht durch das Schleifen herausgezogen werden kann; denn dadurch werden die Kanten der Dampfwege und der Brücken abgestoßen und tiefer geschliffen, welches später Dampfverlust zur Folge hat. — Solche Rückstände vom Schleifen her können immerhin aufbewahrt und zu Anfang irgend eines anderen Schleifens benutzt werden; aber niemals soll man sie wieder auf die Fläche bringen, von der sie kommen.

Die Anwendung des Schmirgels ist hier so wie überhaupt im

Maschinenbau einzuschränken, wo möglich ganz zu beseitigen. Genauer als durch alles Schleifen werden die Schieber durch das Schaben; diese Arbeit erfordert besonders geübte Arbeiter.

Schieber und Kolben von Gußeisen verderben ungemein leicht, wenn Schwefelsäure in dem Fett ist, womit man den Kolben schmiert, z. B. im Talg, oder bei der an und für sich schon verwerflichen Verwendung von gereinigtem Rapsöl. Wir haben Cylinder, Kolben und Schieber in kurzer Zeit total verändert und ruinirt gesehen, wo man das billige gereinigte Oel zum (obendrein unnöthigen) Schmieren eines Metallkolbens reichlich anwandte. Die innere Cylinderwand, die Schieberflächen waren ganz weich geworden, ließen sich mit dem Fingernagel schaben und hatten in Folge dieser Weichheit natürlich bedeutende Uneben- sowie Undichtheiten bekommen. Die eisernen Ringe des Kolbens waren in zwei Jahren über die Hälfte abgenutzt. Erst nach langwierigen Reparaturen konnte die Maschine wieder in befriedigenden Gang gebracht werden.

Wir rathen demgemäß sehr davon ab, ohne vorherige genaue Probe gereinigtes Oel zum Schmieren der Kolben zu verwenden. Nur durch lange Ablagerung geklärtes Rapsöl ist mit Zuverlässigkeit verwendbar.

239. Die richtige Stellung der Schieber kann auch mit der Zeit beeinträchtigt worden sein, und zwar durch das Sinken der Fundamente, der Balken, welche die Steuerungswellen tragen, durch das Ausschleißen von Zapfenlagern, von Charnieren u. s. w.

Die richtige Stellung der Steuerungstheile wird jedem Maschinisten an der ihm anvertrauten Maschine bald bekannt, und er wird sich immer darüber Gewißheit verschaffen können, theils und am meisten durch eigene Ueberlegung und Beobachtung, theils nach Anleitung des fünften Kapitels.

Nicht eindringlich genug kann hier den Besitzern zugeredet werden, die Steuerungen scharf überwachen und von Zeit zu Zeit revidiren zu lassen. Denn manche Maschinen werden von vornherein in dieser Parthie unrichtig montirt.

Wir gestatten einem jeden Vertheilungsschieber ein kleines Voreilen, d. h. wir stellen die Dampföffnung um die halbe Dicke eines Messerrückens, $1/2$ Linie circa, offen, wenn der Kolben ganz aus-

gelaufen ist. Dieses gilt für große, langsam gehende Maschinen; kleinere, rascher gehende, d. h. mehr Wechsel machende, bekommen noch etwas mehr Voreilung. Der Nutzen dieses Voreilens ist an den Dampfwagen vielfach und deutlich erwiesen worden, sowie wir es auch überall von Vortheil gefunden haben. Der Expansionsschieber kann dieselbe Voreilung bekommen wie der Vertheilungsschieber.

Bei dem Richten der Steuerung behufs des Voreilens muß man sehr vorsichtig sein, und immer zuerst alle Schubstangenlängen und die der Schieberstange auf das richtige Maß bringen. Dann wird das Excentrik verstellt, und so lange versetzt, bis man den richtigen Stand gefunden hat. Nur nach den genauesten Untersuchungen entschließe sich der Maschinist, von den Schieberrändern etwas abzuhauen oder abzufeilen. Denn in der Regel kann man annehmen, daß die Schieber von den Fabrikanten richtig construirt und angefertigt werden. Alle anderen Unrichtigkeiten sind leicht zu beseitigen. Man erhöht die Zapfenlager, wenn die Steuerungswellen unrichtig liegen, füttert oder unterlegt die Messingpfannen. Das sind Eigenthümlichkeiten jeder Maschine, die ein einsichtsvoller, überlegender Maschinist rasch herausfindet.

Feste Verbindung des Hebel- und Stangenwerkes mit der excentrischen Scheibe, genau gearbeitete harte Zapfen aus Stahl und sorgsame Oelung sind Haupterfordernisse. Die Bügel der excentrischen Scheiben laufen sich, besonders wenn sie fest angezogen sind, leicht trocken und warm, dann müssen sie durch Wasser gekühlt, geschmiert, und nöthigenfalls ganz abgenommen und nachgesehen werden.

240. Die excentrischen Scheiben, Schubstangen, Wellen und Räder, welche die Steuerung bewirken, sind bei einigermaßen sorgfältiger Wartung nicht sobald Störungen ausgesetzt.

Wenn die Maschine einmal richtig aufgestellt ist, so sollte der Monteur auch alle Stücke derselben so bezeichnen, daß sie immer genau an ihre ursprüngliche Stelle gesetzt werden können. Vorzugsweise muß das bei der Steuerung geschehen. Es ist nöthig, sich die einmal genau gerichtete Steuerung und Schieberstellung durch feste Punkte oder Maße zu markiren, so daß man, ohne einen

Deckel abzuschrauben, den Gang beurtheilen kann. Maschinen, welche Räder und umlaufende Wellen an der Steuerung haben, kommen dadurch oft in unrichtigen Gang, daß z. B. beim Reinigen der Zapfenlager, Räder, die Wellen ausgehoben und die Räder nicht mit den zu einander gehörenden Zähnen eingelegt wurden. An solchen Rädern müssen sich einige tief eingemeißelte oder gefeilte, correspondirende Zeichen befinden; auch zeichnet man den Eingriff vor dem Auseinandernehmen noch einmal besonders durch Striche mit weißer Kreide.

Die unter dem Fußboden lagernden Steuerungstheile sollen recht rein gehalten werden; sonst hat man am Ende doppelte Arbeit, nämlich Abbrennen der Wellen von anhängender Schmiere und von Staub, Glätten der angefressenen Zapfen, Ausfeilen der Lagerpfannen u. s. w.

Die Steuerungsstangen, auch wohl Schlittenstangen genannt, erzittern oft so stark, daß ein Brechen zu befürchten steht. Es kann dies ein Zeichen sein, daß sie wirklich zu schwach sind; meistens aber liegt die Schuld in der zu festen Packung der Stopfbüchsen, Trockenheit von Zapfenlagern und verdorbenen Gelenken. Eine jede Erschütterung der beweglichen äußeren Steuerungstheile muß aufgehoben werden, denn sie wirkt durch den Gang der Schieber auf die Vertheilung des Dampfes und vielfach nachtheilig auf die Leistung der Maschine.

Manche Maschinisten helfen sich dabei dadurch, daß sie an die horizontalen Schubstangen (auch an die geneigten der Dampfschiffmaschinen) so lange Gewichte hängen, bis die Vibrationen aufhören. Das ist aber durchaus verwerflich; zu schwache Theile sollen erneuert, verstärkt oder gehörig abgesteift werden. Die anderen Ursachen kann jeder beobachtende Maschinist selbst auffinden und auch abändern.

D. Der Regulator.

241. Man soll von vornherein von dem Regulator, d. h. dem Centrifugalregulator, nicht zu große und zu vielartige Leistungen erwarten und fordern. Er ist nur da von guter Wirkung, wo leichte Veränderungen in der Geschwindigkeit regulirt werden sollen, z. B.

in Spinnereien, Tuchfabriken, wo die Arbeit sogleich darunter leidet, wenn die Bewegung nicht vollkommen gleichmäßig ist.

Wenn eine oder mehrere, aber leicht zu betreibende Arbeitsmaschinen abgestellt oder angelassen werden, wenn die Dampfspannung um einige Grade steigt oder fällt, so kann der Regulator diese Ausgleichung noch immer besorgen. Für dauernde, größere Belastungen oder Erleichterungen einer Maschine, z. B. in Mahlmühlen das Ansetzen eines Mahlganges, in Eisenwerken das Anlassen des Hammers u. s. w., muß zunächst der Maschinist den Regulator auslösen und die Stellung der Dampfklappe besorgen. Man wird selbst in vielen Fällen, besonders bei Eisenwerken, genöthigt sein, ihn ganz abzustellen und die Dampfklappe, je nach Bedarf, von dem Wärter führen zu lassen.

242. Unregelmäßigkeiten von Bedeutung oder gar Unfälle kommen selten beim Regulator vor. Trockenlaufen der Zapfen, Losgehen der Keile an Rädern, Scheiben u. s. f. sind hier und da möglich, aber auch leicht auszubessern. Schlimmer schon ist das sogenannte Springen des Regulators. Er geht dabei einmal sehr rasch in die Höhe, wodurch er die Dampfklappe schließt, und fällt sodann fast ganz zusammen und reißt dadurch die Klappe wieder viel zu weit auf, so daß nun statt der Gleichförmigkeit fortwährende Schwankungen im Gange der Maschine sind. Die Schuld davon liegt in der Regel in dem zu großen Hube, den das Hebelende macht, welches mit der Drosselklappe verbunden ist. Sobald man dieses abändert, wird auch das Ganze gleichmäßig gehen. Ein anderer Grund ist noch die Uebertragung der Bewegung durch Laufriemen. Wenn diese, ohne mitzunehmen, über die Riemscheiben gleiten, oder wenn die Riemscheiben nicht genau centrisch sitzen (Schlag haben), so kann die Bewegung des Regulators unmöglich gut, d. h. der Maschine entsprechend sein.

Wir ziehen deshalb directe Mittheilung der Bewegung durch Wellen und Zahnräder, auch wohl Frictionsräder vor. Diese letztern gestatten es, die Umdrehungszahl der Spindel zu verändern.

Nach mehrjährigem Gange eines Regulators sind dessen Gelenke und deren Bolzen meist ausgeleiert, der Regulator schlottert und rasselt, wenn jene Gelenke nicht ganz vorsichtig gearbeitet und ge-

härtet waren. Dann sind die Löcher der Gelenke mittelst Reibalen auszuweiten, ausgedrehte Büchsen einzusetzen oder, was besser ist, neue Zapfen machen zu lassen.

Gibt man aber den Armen *C C* des Regulators (Fig. 296) Leitungsbogen oder Leitungsgabeln, die an der Spindel *A* festsitzen (man sehe den Regulator in Fig. 157 und 189), so halten sich Gelenke und Bolzen viel länger.

E. Die Condensationsapparate.

243. Die Condensatoren können das kalte Wasser auf zweierlei Art empfangen; a) sie ziehen es direct aus einem Brunnen oder aus dem Fahrwasser bei den Dampfschiffen, vermittelst eines dahin gelegten Rohres; b) sie stehen in einem Wasserbehälter, den die Kaltwasserpumpe füllt und aus dem das Einspritzwasser einströmt.

Die erste Art kann nur bis zu einer mittelmäßigen Tiefe des Brunnens angewendet werden, man soll 18′ (5,6^{m}) niemals überschreiten. Darüber hinaus müssen die entsprechenden Pumpen angewendet und der Condensator ganz ins Wasser gestellt werden. Diese letztere Art hat noch das Gute, daß niemals atmosphärische Luft eindringen kann, wenn der Condensator etwas undicht ist.

Condensatoren, die das Wasser selbst einsaugen, kommen sehr leicht in Unordnung. Die Temperatur darf nur um Weniges in denselben zunehmen, so entsteht daraus größere Spannung und dabei wird weniger Wasser gehoben. Die Saugköpfe der Röhren sind mit feingelöcherten Sieben zu versehen, welche die Unreinigkeiten abhalten.

244. Condensatoren, die unter Wasser stehen, können sich in folgenden Fällen erhitzen, wobei also größere Spannung in denselben und dadurch Nachtheile für die Maschine entstehen.

1) Der Einspritzhahn ist verstopft oder durch Nachlässigkeit geschlossen;
2) die Pumpe bringt nicht genug Wasser bei;
3) der Dampf kommt direct aus der Dampfbüchse in den Condensator, weil Cylinder, Kolben, Schieber im Unstande sind;
4) die Maschine ist so im Unstande, daß mehr Dampf verbraucht

werden muß, als das gewöhnlich zufließende Wasser condensiren kann.

Um ersteres zu beseitigen, dient die Anbringung eines Siebbleches um das Gehäuse der Einspritzung.

Die anderen Uebelstände zu beseitigen, ist im Vorhergehenden gezeigt worden.

Die Temperatur des Wassers, das aus dem Condensator kommt, soll nicht über 40° betragen. Der Maschinist fühlt mit der Hand sehr bald, wenn solches heißer als gewöhnlich wird.

Bei den Maschinen, deren Condensatoren das Wasser selbst saugen, erkennt man leicht, wenn der Kolben der Luftpumpe oder deren Stopfbüchse undicht sind. Wenn die Maschine beim Ansetzen 6 bis 8 Hübe macht, ohne daß das Wasser gehoben wird, so taugen jene Theile nicht mehr, es geht dort Luft durch, und sonach entsteht der erforderliche luftleere Raum nicht. Im Uebrigen gehen die Liderungen der Luftpumpen sehr lange, ohne ganz erneuert werden zu müssen, bei guten Maschinen sogar 2 bis 3 Jahre. Dies gilt aber nur für die Condensatoren, die in kaltem Wasser stehen. Die Luftpumpenkolben der anderen müssen wenigstens alle 4 Monate erneuert werden.

Das Schlimmste an freistehenden, d. h. nicht von Wasser umgebenen Condensatoren ist, wenn sie durch Sprünge, Risse u. s. w. Luft einlassen. Dadurch wird natürlich die Condensation selbst gehemmt und es kommt auch dadurch niemals genug Wasser in den Condensator. Solche Uebelstände findet man immer auf, wenn man die Flamme eines Lichtes den irgendwie verdächtigen Stellen, Fugen und Verkittungen nähert. Dieselbe wird sogleich heftig von dem Luftstrome angezogen werden, der in die Oeffnung hineinzudringen sucht.

Die Stopfbüchsen des Cylinders und der Steuerung bringen zu Zeiten dem Condensator viele Luft zu. Man probirt dieselben, indem man Fett oder Wasser in den Trichter oder Kelch derselben gießt, welches nach wenigen Hüben verschwindet und in die Leere des Condensators getrieben wird, sobald die Büchsen undicht sind. Anschrauben der Büchsen, Nachpacken, Bedecktthalten mit Wasser sind die Mittel gegen jene Schäden.

245. Es kommt vor, daß eine Maschine plötzlich stehen bleibt,

weil die Saugklappe der Luftpumpe verstopft ist und sich nicht mehr bewegt. Weil dann Luft und Wasser im Condensator und der Luftpumpe spielen, so kann keine neue Condensation erfolgen, und die Maschine muß zum Stehen kommen. Ansätze von Fett und Schmutz sind die Ursachen des Stehenbleibens der Klappe; man muß dieselbe niederstoßen und, wenn es sich mehrmals wiederholt, die Klappe untersuchen und reinigen.

Die Metallklappen des Kolbens in der Luftpumpe schlagen nicht selten mit großer Gewalt gegen die Brücke oder die Knaggen, welche ihren Hub begrenzen. Dadurch entstehen oft Brüche dieser Theile. Der Maschinist hat, so wie er nicht mehr das gewöhnliche Geräusch vernimmt, welches der Condensator macht, und so wie ein unregelmäßiger Gang der Maschine eintritt, dieselbe sofort abzustellen. Wenn solche innere Theile brechen und die Stücke zwischen die Klappen kommen, so verderben diese total, oft auch wird der Deckel der Luftpumpe zertrümmert. Vergl. §. 207 Kautschukventile.

Alle Schrauben und Schraubenmuttern an den Luftpumpen (man vergleiche Fig. 283 bis 285) müssen auf das Solideste fest sein.

246. Ein Uebelstand bei den Maschinen, welche einige Jahre hinter einander mit nicht ganz reinem, weichem Wasser gearbeitet haben, ist der Absatz von erdigen, schlammigen Theilen in dem Condensator. Zu diesem gesellt sich noch das Fett aus dem Cylinderkolben und den Stopfbüchsen. Die Condensatoren und vorzüglich diejenigen von Cylinderform, in denen die Luftpumpe steht, werden davon so verlegt, daß man es augenfällig am Gang der Maschine merkt.

Durch Abstoßen jener Ansätze mit Schabeisen, Meißeln, die an dünne Eisenstäbe geschweißt werden, wird die Reinigung bewirkt. Aus diesem Grunde ist jeder Condensator mit passenden Putzlöchern zu versehen.

247. Die Spannung im Condensator wird mittelst eines Barometers (Vacumeter) gemessen, welches durch einen Hahn in oder außer Verbindung mit jenem gesetzt werden kann. Dieser bleibt vor und bei dem Anlassen der Maschine geschlossen, weil dann beim Luftaustreiben und bei kaltem Condensator so rasche Wechsel entstehen, daß leicht Quecksilber verloren geht und so das Barometer in Unordnung kommt.

Bei guten Maschinen kann man die Leere bis auf 2″ bis 1¾″ Quecksilber, d. i. $^1/_{15}$ Atmosphäre, bringen und erhalten.

Die eigentlichen Niederdruckdampfmaschinen brauchen zur Condensation per Pferd und per Minute 36 bis 39 Pfund Wasser von circa 12° Temperatur.

Die Woolf'schen Maschinen bedürfen 20 bis 22 Pfund Wasser pro Pferd und Minute. Vergl. 112, Vacumeter in Metall.

F. Bewegende und bewegte Theile, Gerüste.

248. Die Kolbenstange biegt sich vermöge der hohen Temperatur des Dampfes krumm, wenn der Cylinder oder das Parallelogramm nicht richtig gestellt sind. Man bemerkt das alsbald mit bloßem Auge, untersucht es bei höchstem Stande des Kolbens mit einem Richtscheit und entnimmt nun aus der Art der Biegung, wie und wo geändert werden muß.

Wenn die Kolbenstange streifig und rissig wird, welches auch bald Undichtheiten mit sich bringt, so hat man die Packung nicht rein genug hergestellt und muß sie sogleich erneuern.

Manche Kolbenstangen laufen mit der Zeit etwas blau an; dieses rührt von der Art des Fettes und von zu starkem Anschrauben her, hat aber nichts zu bedeuten.

Krumm gewordene Kolbenstangen dürfen nur stark handwarm gemacht werden; man richtet sie am besten zwischen den Spitzen einer Drehbank gerade. Es ist deshalb immer gut, wenn der Fabrikant die Löcher (Körner) vom Abdrehen her daran läßt.

249. Am Parallelogramm findet sich zunächst ein bedeutender Verschleiß an den Messing- (oder Bronze-) Pfannen. Nicht immer werden diese mit der nöthigen Vorsicht angezogen, sind oft zu lose, oft und meistens zu fest, dabei ohne Oel, weil die Oellöcher verstopft sind. Dann malmen oder fressen die Zapfen, es gibt Vorsprünge, Warzen ins Schmiedeeisen, und Gruben, Einkratzungen in die Pfannen, die etwa abfließende Schmiere enthält Späne von der Pfanne. Hier muß sogleich nach Entdeckung des Uebels der betreffende Zapfen möglichst glatt abgefeilt und die Pfanne ausgearbeitet, sowie beim neuen Einsetzen hinter- oder unterlegt werden.

Nirgendwo kommt dieses verderbliche Uebel so häufig vor, als am Parallelogramm und an den Zapfen des Balanciers bei nur einigermaßen sorgloser Behandlung.

Dem allmäligen unabänderlichen Verschleiß der Lagerpfannen muß durch Nachtreiben der Keile, Füttern mit Eisen- oder Kupferblech stets nachgeholfen werden. Die einzelnen Arme des Parallelogramms müssen durchaus von gleicher Länge bleiben.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Zapfen der Gegenlenkerfestpunkte L, L (Fig. 291) zu verwenden. Dieselben weichen gern nach der einen oder anderen Seite ab. Deshalb bezeichne man sich den anfänglichen, genau richtigen Stand derselben und bringe sie immer darauf zurück, sobald sie ihre Lage verändert haben.

Stöße und Zuckungen bei dem Gange der Maschine haben meist ihren Grund in Folgendem:

die Kolbenstange ist lose in ihrem Querhaupt;
die Keile an den Scheeren H, H (Fig. 291) sind nicht angezogen;
die Triebstange ist nicht gehörig fest angehängt;
die Kurbelwelle liegt nicht winkelrecht zur Achse des Balanciers;
Kurbel oder Kurbelwarze sind lose;
die ganze Lagerung der Schwungradwelle ist in Unordnung.

Die ersten drei Mängel können durch augenblickliche Nachhilfe an den Keilen gehoben werden.

Den vierten erkennt man genau, wenn man die Kurbel und deren Warze genau auf allen ihren Stellungen zur Pfanne der Triebstange vergleicht. Wenn die Lage der Schwungradwelle nicht richtig ist, so werden diese Stellungen auf zwei entgegengesetzten Positionen, z. B. den beiden mittleren, ganz verschieden sein. Dann muß die Schwungradwelle verlegt, d. h. ihre Zapfenlager gelöst und dann richtig befestigt werden. Dieser Uebelstand kommt übrigens an den Maschinen nicht vor, deren Kurbeln mit Kugelzapfen und deren Triebstange an einer am Balancier drehbaren Zapfenbüchse aufgehängt sind. Die beiden anderen möglichen Uebelstände sind leicht zu entdecken und abzuändern.

250. Wenn ein Parallelogramm nachgesehen, gesäubert und reparirt werden soll, so müssen vor allen Dingen die einzelnen Theile, so wie sie abgenommen werden, in bestimmter Ordnung

weggelegt werden. Man darf nicht ähnliche Theile mit einander verwechseln, z. B. die Streben der inneren Seite mit denen der äußeren u. s. f. Die gleiche Ordnung ist bei dem einzelnen Reinigen der kleinsten Stücke beizubehalten. Vertrocknete Schmiere wird mit stumpfem Messer abgeschabt; man thut wohl, alle Theile zuerst mit Oel gut einzureiben, ½ Tag liegen zu lassen und dann zu putzen. Sehr guten Erfolg hat das Einreiben mit Terpentinöl (noch besser Petroleum), welches fast augenblicklich die Rinden auflöst. Man hüte sich ja, Schmirgel oder Sand, den man wohl hier und da zum Blankmachen gebrauchen muß, in die bronzenen Pfannen oder Büchsen kommen und darin bleiben zu lassen.

Mit gleicher Sorgfalt wie beim Auseinandernehmen ist bei der Zusammensetzung des Parallelogramms zu verfahren, um sich vor Verwechselungen zu hüten. Am besten zeigen die Oellöcher hier den Weg. Man beobachte nur die Regel, daß sie immer nach oben, oder nach den für das Oelzugießen günstigsten Seiten liegen müssen. Auch haben die Keile meist alle eine und dieselbe Richtung, die sehr bald erkannt ist.

Die Regulirung des Parallelogramms hat keine große Schwierigkeiten. Die Zapfen des Balanciers sind fest, die Pfannen der einzelnen Theile so hergestellt, daß dieselben von Mitte zu Mitte gleiche Länge haben. Mit Hilfe und genauer Beobachtung des in 209 Gesagten können keine Unrichtigkeiten eintreten.

Die Maschinen ohne Balancier und ohne Parallelogramm sind in Reparaturen ebenso einfach als in ihrer Zusammensetzung. Von dem Querhaupt der Kolbenstange geht die Triebstange, in der Regel unten gespalten, ab und arbeitet meistens direkt an die Kurbel. Gehöriges Festhalten der Pfannen, Abfeilen der Ränder an ausgeschliffenen Unterlagen derselben, Beibehaltung des richtigen Standes des Cylinders zur Kurbel genügen vollkommen.

Die Gleitbacken, die sich an den Querhäuptern mancher Maschinen finden, sind vorsichtig mittelst der Stellschrauben schließend zu erhalten; auch soll es denselben an Schmiere (Knochenöl) nicht gebrechen. Ohne starke Reibung zu haben, müssen sie stets anliegen und die Stangen gerade führen. L e i t r o l l e n und L e i t b ü c h s e n sind zu verwerfen, da sie sehr leicht sich unrichtig abnützen.

251. Die Unveränderlichkeit eines Maschinengerüstes ist dessen erstes Erforderniß. Vibrationen, Schwankungen taugen durchaus nicht, und es ist ein grober Wahn, in dem dann und wann Maschinisten und durch sie auch ihre Vorgesetzten befangen sind, dieser oder jener Theil dürfe nicht fest sein, die Maschine arbeite leichter, wenn das Gerüst nachgebe. Die Verkehrtheit solcher Ansichten wird man alsbald durch die größere Abnutzung, durch Brüche, Aufenthalt und dergleichen mehr bestätigt finden. Demnach soll jedes Gerüst, jedes Zapfenlager zuerst richtig gestellt und dann in dieser Stellung unveränderlich befestigt sein.

Es wurde schon gesagt, daß man das Holz zu Fundamenten so viel als möglich vermeiden solle. Dasselbe verbindet sich nicht mit dem Mauerwerk, wird also bei der geringsten Erschütterung los und es schrumpft beständig noch ein. Es gibt indessen Einrichtungen, wo durchaus ein elastisches Fundament erforderlich ist, z. B. bei den Maschinen der Eisenwalzwerke. Dort findet man ausgedehnte Anwendung des Eichenholzes zu jenen Bauten.

252. Die Pfannen der Triebstangen leiden am meisten von allen an einer Maschine befindlichen; sie sind demnach in guter Schmiere und beständig von Schmutz, Oelkrusten frei zu erhalten.

Die Triebstangen stoßen, namentlich wenn die Kurbel oben steht, wenn die Pfannen lose sind. Man zieht dann die Keile an, bis der Stoß aufhört; wenn aber die Pfannen abgenutzt sind, so unterlegt man sie mit Eisenplatten, oder ersetzt sie durch ganz neue. Es ist also gut, immer einige Stücke zum Ersatz vorräthig zu haben.

Die untere Pfanne der Triebstange ist noch mehr als alle anderen dem Erhitzen und dem Einfressen des Eisens in das Messing ausgesetzt. Dieses geschieht, wenn der Keil zu fest eingetrieben, oder wenn die Pfanne ohne Oel ist. Wenn die Maschine nicht sogleich abgestellt werden darf, so muß man die Anordnung treffen, daß ein Strahl kalten Wassers beständig darauf fällt, auch muß man fleißig Schmiere zugießen. Man dreht den Zapfen, wenn er zu sehr zerrissen ist, bis zu voller Glätte ab und feilt die Pfanne aus oder setzt eine neue ein. Es darf nicht der mindeste Vorsprung oder auch Vertiefung bleiben, sonst erfolgt in kurzer Zeit eine neue übermäßige Abnutzung. Sobald die untere Pfanne, d. h. die an

dem Kurbelzapfen, nicht mehr fest schließt, wird man bei jedem unteren Wechsel einen Stoß vernehmen. Dieser wird durch Adjustirung der Pfunne und des Keils aufgehoben.

253. Die Schwungradwelle mit der Kurbel kann nach mehreren Richtungen hin ihre Lage verändert haben, z. B. nicht mehr horizontal liegen oder nicht rechtwinklig auf die Ebene stehen, in welcher der Balancier und die Triebstange schwingen oder schwingen solle. Beide Uebelstände erkennt man leicht an dem Verhalten der Kurbelwarze zu der Pfanne der Triebstange und an der veränderten Lage des Schwungringes. Die Ränder jenes Zapfens legen sich oben und unten, rechts und links nicht in gleicher Art an die Pfanne, nutzen dieselbe auch ungleichmäßig ab. Wie nun dem Uebelstande durch zweckmäßiges Schieben, Erhöhen oder Senken des vorderen Zapfenlagers und tüchtige Befestigung, verbunden mit seitwärts Einkeilen, abzuhelfen ist, erkennt man bald in jedem besonderen Falle. Nur versäume man nicht, bald dazu zu greifen, denn leicht entsteht sonst ein Bruch der Kurbel aus einer solchen Versäumniß.

G. Pumpen.

a. Die Kaltwasser- oder Brunnenpumpe.

254. Dieselbe fördert kaltes Wasser aus dem Brunnen, der Cisterne, dem Fluß, entweder in den Kasten der Niederdruckmaschinen (Fig. 157), oder bringt es in den Vorwärmer der Hochdrucker, Fig. 307. Da beiderlei Maschinen sehr ungleiche Wassermengen gebrauchen, so muß die Pumpe an ersterer viel größer sein als an letzterer.

In 242 wurde der Wasserverbrauch für Niederdruckmaschinen angegeben. Hochdruckmaschinen mit Expansion bedürfen für die Pferdestärke und Stunde 60 bis 66 Pfund, d. i. 1 Kubikfuß Wasser. Die Hochdruckmaschine ohne Expansion bedarf nach 217 1,28 oder der Sicherheit halber 1,33 bis $1^1/_2$ Kubikfuß. Der Durchmesser der Pumpe ergibt sich aus der festgesetzten Hubhöhe, der Zahl der Hübe und dem Wasserquantum. Man bringe aber immerhin der Sicherheit halber mindestens das $^7/_6$fache des nöthigen Quantums in Rechnung, berechne also die Pumpe einer Hochdruck-

maschine von 4 Pferdestärken zu 4 . 66 . $^7/_6$, das ist 308 Pfund statt 264.

Die wirkliche Lieferung, der Nutzeffekt auch bei sehr guten Pumpen ist doch meist nur $^6/_7$ von dem theoretischen Effekt. Auch muß die Pumpe im Stande sein, zeitweise sehr rasch eine größere Menge Wasser zu liefern, als die Verdampfung vorschreibt, z. B. bei etwaigem Rinnen des Kessels u. s. w.

Die Saughöhe einer Pumpe soll nicht zu groß sein, d. h. das Saugventil soll nie mehr denn 24′ (7,5^m) über dem tiefsten Wasserstande des Brunnens liegen. Wo es möglich ist, dasselbe weniger hoch anzubringen, rathen wir sehr dazu. An solchen hoch saugenden Pumpen gewahrt man oft ein gewisses Federn des Kolbens beim Heraufziehen oder Ansaugen, welches davon herrührt, daß der Luftdruck nicht mehr vollkommen wirkt. Reparaturen an Klappen und Kolbenliderung sind fortwährend dabei nöthig. Allen Druckpumpen soll man das Saugen des Wassers noch mehr als den Hebepumpen erleichtern (258).

255. Eigentliche Uebelstände und Störungen an den Kaltwasserpumpen sind folgende:

1) Undichter Kolben. Da es darauf ankommt, eine möglichst vollständige Luftleere in dem Pumpenkörper hervorzubringen, so ist der Schaden jeder Undichtheit bedeutend. Es wird durch dieselbe Luft eingelassen und dadurch das Steigen des Wassers verhindert.

Die Pumpen bringen also in diesem Zustande weniger Wasser als sonst und arbeiten ganz ungleich, federn, weil sich im Stiefel die elastische Luft befindet. Wenn es Druckpumpen sind, so macht man die Probe sehr leicht, indem man Wasser an die Stopfbüchse gießt. Verschwindet dieses rasch, und kommt es beim Herunterdrücken des Kolbens nicht ebenso rasch und so viel wieder heraus, so ist ein Theil desselben durch die Undichtheit nach innen gelangt. Man muß also den Kolben neu lidern. Die Druckpumpen mit Tauchkolben lassen sich leicht neu lidern, oft auch durch bloße Nachpackung einiger Hanfzöpfe dicht machen; es sind dies die gewöhnlichen Arbeiten an jeder Stopfbüchse. Zwischen dem unteren Ringzopf und einem oberen, auf den das Schiebestück drückt, kann man auch die ganze Büchse mit nicht zu feinen Tannensägspänen ausfüllen; statt der Vollpackung mit Hanf thun diese mindestens gleich gute Dienste.

Dagegen müssen die Stulpen der mit Leder geliderten Kolben der Hebepumpen herausgenommen und durch neue ersetzt werden, wenn sie undicht geworden sind. Dazu dient das halbgare Ochsenleder sehr wohl; es läßt sich, etwas angefeuchtet, rasch in jede Form pressen und dauert auch lange aus. Solche Stulpen leiden besonders dann viel, wenn die Pumpe nicht richtig steht, oder wenn der Kolben schief und ohne besondere Gradleitung geht. Dann schleißen sie auf der einen Seite ganz ab. Die Stulpen werden bedeutend geschont, wenn man zwischen beide 3 bis 5 Lederscheiben von dem Durchmesser des Stiefels packt.

256. 2) Undichte Röhren, Flantschen. Diese bringen den Pumpen dieselben Nachtheile wie der undichte Kolben, und besonders wenn sich die Undichtheiten an den Saugröhren befinden. Man vernimmt bei solchem Fehler ein Sausen oder Pfeifen der in die Röhren strömenden Luft, man wird auch die undichten Stellen feucht finden und erkennt dieselben am besten durch ein hingehaltenes Licht. Sobald die Pumpe saugt, wird dessen Flamme abgelenkt und hineingezogen. An den Steig- oder Heberöhren wird das Herausspritzen von Wasserstrahlen jede Undichtheit merkbar machen.

Bleierne und kupferne Röhren müssen an den undichten Stellen verlöthet werden, eiserne bohrt man auf, schneidet Schraubengewinde ein und dreht eine ziemlich steif gehende Schraube ein, so lange die Undichtheiten nur kleine Gußfehler oder Poren sind. Größere Beschädigungen erfordern neue Röhren. Man behilft sich inzwischen, bis diese herbeigeschafft sind, damit, daß man einige Hanfzöpfe in Pech mit Ziegelmehl getaucht umlegt, mit dem Kitte gut tränkt und die Verklebung mit einem heißen Eisen glättet. Daß vorher, sowie beim Löthen der anderen Röhren, alles Wasser gut abgetrocknet und hier die Röhren (durch einige Holzkohlen) angewärmt sein müssen, versteht sich. — Man ordne thunlichst alle Wasserleitungsröhren so an, daß man immer mit Leichtigkeit an die Verschraubungen und Flantschen kommen kann. Wenn diese mittelst Anziehens der Schrauben nicht dicht werden, weil die Kränze alt und hart sind, so erneuere man letztere ganz. Die Flantschen aller Wasserröhren sollten auf den zu dichtenden Flächen abgedreht oder gerade gefeilt sein. Dann werden sie ganz gut dicht, wenn man statt aller Kränze Pappdeckel-

scheiben zwischenlegt und gehörig zusammenpreßt. Diese stehen besonders gut an den kalt bleibenden Leitungen.

257. 3) Undichte Ventile, Klappen. Diese können aus zweierlei Ursachen ihren Dienst versagen; sie sind entweder abgenutzt und verdorben, oder sie sind bloß durch zwischengetretene Körper aufgesperrt. Wenn ersteres der Fall ist, so arbeitet und leistet die Pumpe immer noch etwas; bei letzterem aber versagt sie durchaus, denn das Wasser nimmt dann beim Rückgang des Kolbens den Weg, den es beim Hingang gekommen ist, die Pumpe spielt damit.

Weil sich lederne Klappen oder die Ventile mit untergeschraubten Lederscheiben viel leichter und von jedem Maschinisten repariren lassen, so thut man wohl, sie an jeder kalten Pumpe anzuwenden; dasselbe gilt von den Klappen aus vulkanisirtem Kautschuk. Ein praktisch vielfach bewährtes Lederventil zu Kaltwasserpumpen wurde in 213 besprochen und in Fig. 305 abgebildet.

Die Lederklappen sind allesammt vor dem Einsetzen durch einmaliges Eintauchen in Wasser etwas anzufeuchten; alsdann reibt man sie, wenn das Wasser gut eingedrungen ist, mit gewöhnlichem Fischthran oder Talg tüchtig ein und befestigt sie nun in der Pumpe. So vorgerichtet behalten sie große Geschmeidigkeit und werden niemals brechen.

Wenn die Pumpe bei gut gelidertem Kolben gar kein Wasser auswirft, auch kein Strömen des Wassers in den Röhren und kein Ventilschlag zu hören ist (150), so ist mindestens eines der Ventile gänzlich im Unstande, entweder gebrochen, zur Seite gefallen, oder durch einen fremden Körper, Holzspan (Fisch, wenn die Pumpen aus Flüssen saugen), aufgesperrt.

Man öffnet in solchem Falle sogleich die Deckel der Ventilkasten, und entfernt die Hindernisse oder reparirt die Ventile.

Die Pumpen mit zwei Saugventilen, von denen das eine an der Pumpe, das andere nahe über dem Wasserspiegel liegt, sind diesem Fehler fast nie unterworfen. Durch Zufall oder grobe Verunreinigung des Wassers müßten denn beide Ventile zugleich gelähmt werden. Ein solches Brunnenventil hilft sowohl den Gang der Pumpe erleichtern (es trägt die angesaugte Wassersäule beim Niedergehen des

Kolbens), als es auch in ebengenannter Art Sicherheit gewährt. Man vergleiche das unter 87 vom Druckrohr Gesagte und §. 213.

258. 4) Verstopfung der Saugröhren. Diese kommt vor, wenn die Pumpe unreines Wasser, z. B. aus einem Bache, schöpft, ohne gehörig mit einem Sieb oder Saugkopf (Brause) versehen zu sein, wenn die Saugröhren sehr weit sind und dabei viele scharfe Biegungen machen. Es ist dann die Geschwindigkeit des Wassers zu gering, dadurch bleiben die Unreinigkeiten an den Biegungen sitzen.

Wenn der Kolben dicht geht und die Ventile sich als nicht verlegt erwiesen haben, so bleibt keine andere Ursache als obige Verstopfung übrig. Dann schraube man die Röhren an so vielen Stellen auseinander, als erforderlich, um die ganze Länge mittelst eines starken Eisendrahtes oder einer biegsamen Holzgerte zu durchfahren. Man kann indeß allen diesen Uebelständen der Verstopfung durch gute Saugköpfe vorbeugen. Dieselben sollen feine und recht viele Löcher haben, nicht bis auf den Boden des Brunnens oder Baches reichen und zum Abschrauben eingerichtet sein. Die Saugköpfe in Flüssen oder Bächen, Kanälen, umgibt man noch mit einem besonderen hölzernen Kasten, dessen fensterförmigen Wände mit Drahtgeflecht bespannt sind, welches Reisig, Wurzeln rc. abhält, sich um den Saugkopf zu hängen.

Eigentliche Saugköpfe, z. B. in Kugelform, sind nicht erforderlich. Man biege nur das vertikal absteigende Saugrohr in die Horizontale um, gebe auf dieser Strecke die Löcher und schließe die große Rohrmündung durch einen Pfropfen. Dieses gestattet mit dem Saugen so tief als möglich zu gehen. Die Anbringung von Sauglöchern am vertikalen Rohr muß als ungeschickt für spärliches Wasser gebende Brunnen bezeichnet werden.

Die Verstopfung der Röhren durch die Wirkung der Kälte, indem das Wasser gefriert, ist sehr fatal. Dann muß man dieselben, um sie vor dem Zerspringen zu bewahren, fast in ihrer ganzen Länge bloßlegen und erwärmen. So lange die Pumpe in Thätigkeit ist, gefriert das Wasser nie; wohl aber bei kurzen Stillständen während des Tagewerks und noch mehr bei Nacht. Es ist am besten, das Wasser aus den Saugröhren beim Abstellen der Maschine ganz abfließen zu lassen. Wenn nur eine Saugklappe da ist, so kann man

es leicht bewerkstelligen, indem man einen am Saugrohr befindlichen Hahn öffnet, in Folge dessen das Wasser abfällt. Wo aber Brunnenventile sind, müssen diese gelüftet, aufgestoßen und zugleich jener Hahn geöffnet werden.

Der Kälte ausgesetzte Wasserleitungen sollen 3′ (circa 1 Meter) unter dem Fußboden liegen oder mit einem Bohlenkasten umgeben sein, der quadratisch und im Lichten 4 bis 6″ weiter als der Durchmesser des Rohres, mit Moos und Häckerling fest ausgestampft ist. Bei den großen und weitverzweigten Röhrenleitungen der Armstrong'schen Wasserkrahne hat man sich übrigens sehr gut durch Anbringung einer einzigen kleinen das Wasser heizenden Gasflamme an einer tiefgelegenen Stelle der Leitung geholfen.

259. 5) Schädlicher Raum in dem Pumpenkörper. Anhäufung der Luft. Oft sind im Innern einer Pumpe, in dem Stiefel, den Ventilkasten unnöthige Räume, welche sich schwer von der anfänglich darin enthaltenen Luft befreien lassen, auch das Ansammeln von Luft befördern, sobald diese irgendwo eindringen kann. Der Mechaniker hat also vor Allem darauf zu sehen, daß er das Saugventil so nahe als möglich an das Druck- oder Steigventil bringt, daß die Ventilkasten, ohne das Durchströmen des Wassers durch die Ventile zu hindern, so enge als möglich sind und keine hohlen Räume übrig bleiben können. Die Pumpen mit solchen Fehlern werden schlagen, federn und stoßen, auch nie einen reinen Wasserstrahl auswerfen, sondern dieser ist immer mit Luftblasen untermischt. Wenn man sich davon überzeugt hat, daß solche schädliche Räume vorhanden sind, so suche man sie durch passende Deckel oder befestigte Holzpflöcke auszufüllen. Nicht vorhanden sind diese Fehler bei den Pumpen, die mit dem in 213 beschriebenen Luftventil versehen sind.

Saug- und Druckröhren, die auf- und absteigend geleitet sind, halten gewöhnlich an den hochgelegenen Stellen Luft, die leicht die Wasserströmung verhindert. Man bohrt an diesen Stellen in Ermangelung eines Lufthahns ein Loch in die Rohrwand, welches durch einen Holzzapfen verschlossen wird, der herausgezogen wird, wenn die Pumpe in Gang kommt. Noch besser regulirt man dieses aber

mittelst eines Lufthahns, der an der betreffenden Stelle eingeschraubt oder angelöthet ist.

260. Wenn eine Pumpe in den Vorwärmer (Fig. 307) auswirft, so darf ihr Steig- oder Druckventil nicht mit Leder garnirt sein, denn das auf ihm stehende Wasser erhitzt sich und macht das Leder brüchig, namentlich in dem Falle, wo die Pumpe nicht fortwährend geht.

Unter der Pumpe in einem Brunnen soll noch ein dichter Boden angeordnet sein, damit man Werkzeuge, Schrauben und dergleichen immer wieder finden könne, die oftmals hinunterfallen, in einem schlammigen Brunnenkessel aber nicht aufzufinden sind.

Die Reinigung der Brunnen ist von Zeit zu Zeit nach jedesmaligem Erforderniß vorzunehmen; ebenso die der Gehäuse und der Saugköpfe.

261. Da, wo die Vorwärmer aus einem höher gelegenen Behälter gespeist werden, ist beim Wassergeben besondere Vorsicht und Beobachtung eines Schwimmers anzurathen. Wird der Hahn ganz geöffnet, so fließt das Wasser meist viel mächtiger ein, als es eine Pumpe zubringt. Dadurch kann der Vorwärmer trotz seines Ablaufes überfüllt werden, der hineinstoßende Dampf wird zu sehr eingeengt, er schleudert das Wasser fort und zertrümmert durch seine verstärkten Stöße Vorwärmer oder Röhren. Es ist gut, den Hahn so zu stellen, daß fortwährend Wasser einfließt. Anderenfalls darf sich der Maschinist nicht entfernen, bis der erforderliche Wasserstand im Behälter eingetreten ist, worauf er den Hahn zu schließen hat.

262. Solche einfließende Gebirgswasser, auch das Wasser vieler Brunnen, setzen in dem Vorwärmer schon einen großen Theil ihrer salzigen und erdigen Bestandtheile ab. Denn durch den Dampf und die Erhitzung wird ihre Kohlensäure, welche die Salze gelöst erhält, ausgetrieben; dieses ist immerhin besser, als daß sie mit in den Dampfkessel geführt und dort lästig und gefährlich werden. Die Vorwärmer haben also auch dadurch schon einen ansehnlichen Nutzen. Man reinigt die kleineren durch eine Reinigungsöffnung, die sich nahe am Boden befindet, zieht den Schlamm heraus und stößt die Steinkrusten mit spitzen, scharfen Eisen ab. Auch schraube man bei solcher Veranlassung die nächsten Dampfröhren los, denn diese sind auch ge-

wöhnlich etwas mit Stein zugesetzt und verengt. Größere Vorwärmer haben ein eigentliches Mannloch und werden von einem Arbeiter befahren.

Das Einspritzrohr, welches einzelne besitzen, ist auch bei dieser Gelegenheit herauszunehmen und dessen Löcher aufs Neue aufzureiben.

b. Die Speise-Pumpe.

263. An dieser kommen verhältnißmäßig weniger Störungen vor. Man stellt sie gern ganz unter Wasser, so daß niemals atmosphärische Luft eindringen kann (Alban). Nach früheren preußischen Verordnungen mußte sie so tief stehen, daß der unterste Stand des Wassers im Vorwärmer noch 6″ höher lag, als das Ende des Pumpenkolbens beim höchsten Stande steht. Diese Verordnung ist von Werth; denn man ist bei ihrer Einhaltung gesichert, daß die Pumpe immer voll Wasser ist, weil jener Wasserdruck beim Aufgehen des Kolbens das Ventil hebt und so Wasser einläßt. Ja, man hat sogar bei zu hoch genommener Druckhöhe den Uebelstand, daß dadurch das Ventil zu lange offen bleibt (namentlich wenn der Pumpenkolben keine große Geschwindigkeit hat), wodurch also ein Theil des Wassers wieder in das Saugrohr geht. Dann muß das Ventil mittelst Blei (oder Spiralfeder) beschwert werden. Auch diese Pumpe leidet oft, weil sich Luft im Stiefel nahe unter der Stopfbüchse befindet. Man entfernt dieselbe ebenfalls durch einen Entluftungshahn (213).

264. Man schmiert die Kolben nur durch Zugießen von Seifenwasser; Oel oder Fett machen das Wasser unrein und verkleben auch die Ventile.

Weil hier, der Hitze des Wassers halber, nur messingene Ventile angewandt sein dürfen, so ist deren Ausbesserung schwieriger als bei den kalten Pumpen, welche größtentheils Ledergarnitur haben. Je nach der Einrichtung der Ventilkasten bleibt der Ventilsitz im Kasten fest, oder man nimmt ihn heraus. In letzterem Falle schleift man die Ventile rascher und sicherer, besonders wenn man eine Drehbank in der Nähe zur Verwendung hat. Man kann bei stark beschädigten Ventilen Schmirgel mit Wasser gebrauchen, schleift aber fertig mit geschlämmtem Lehm und Oel. Das Zeichen der Undichtheit an den

Ventilen ist, daß, wenn der Kolben gut dicht geht, keine Luft in der Pumpe ist, keine Lecke vorhanden sind, dann doch die Rohre bei schwachem Schlag der Ventile nicht genug Wasser bringen.

Die Speisepumpen mit geringer Hubzahl arbeiten besser, als solche mit vielen Kolbenspielen. Die Proben über den guten Gang sind unter 150 erwähnt worden.

265. So wie bei den Dampfkesseln besondere Vorsichtsmaßregeln zu befolgen sind (132), wenn sie auf längere Zeit außer Dienst bleiben sollen, so ist auch jede Dampfmaschine in solchem Falle noch sorgfältiger zu pflegen, wenn man nicht Erneuerungen, Reparaturen und so mancherlei Unangenehmes bei der Wiederingangsetzung haben will.

Zunächst sind Wasser und Dampf aus allen Theilen und Räumen abzulassen, dann werden alle Stopfbüchsen gelöst, die Packungen herausgenommen, die Scheiben, Büchsen, Stangen und Schrauben gut abgetrocknet, mit einem in warmes Fett getauchten Bausch überrieben, und dann lose zusammengestellt. Die Ventile werden nachgesehen, nöthigenfalls nachgeschliffen und gut abgetrocknet. Alle Zapfen und Zapfenlager, Bügel an Excentriks, Charniere werden gelöst oder geöffnet, total gereinigt und eingefettet. Die blanken Theile müssen nach besten Kräften geputzt und dann trocken zusammengestellt, die Keile nicht angetrieben werden.

Bei sehr langem Stillstande sind die Hanfkolben auch abzulidern, der Cylinder auszureiben; wenn gußeiserne Schieber auf Gußflächen gehen, so sind sie davon zu entfernen, um das Aufrosten zu verhüten. Der Schieberspiegel ist alsdann mit Fett einzureiben, ebenso die Gleitseite des Schiebers.

Nach solcher durchgreifenden Reinigung und Einfettung aller blanken Theile wird das Maschinenlokal abgeschlossen und jeder Staub und dergleichen abgehalten. Wäre solches aber nicht ganz thunlich, da z. B., wo eine Maschine in einer in Gebrauch bleibenden Werkstätte steht, so sind alle feineren Theile mit Sackleinen zu umwickeln, namentlich Parallelogramm, Steuerung, Kolbenstangen.

Kürzere Stillstände im Winter über Sonn- und Feiertage können durch Gefrieren von Wasser in Pumpen u. s. w. gefährlich werden.

Man thut also wohl, beim Aufhören alles Wasser abzulassen, und lieber beim Beginn der Arbeit mit der Hand neues, kaltes zuzupumpen.

Achtes Kapitel.

Von den Triebwerken.

A. Wellen und Zapfenlager.

266. Richtige Lage der Wellen und tüchtige Befestigung der Zapfenlager sind vor Allem nöthig. Man wird das Gegentheil auf mehrfache Weise erkennen, nämlich an dem unrichtigen Eingreifen von Zahnrädern, wodurch ein Stoßen und starke, meist einseitige Abnutzung erfolgt; an dem Abspringen der Laufriemen, an dem Hin- und Hergehen der Lagerböcke und an der einseitigen Abnutzung der Lagerschalen.

Solche Uebelstände müssen sofort genau untersucht und beseitigt werden.

Horizontale Wellen prüft man durch Aufsetzen der Wasserwaage (Libelle) auf die cylindrisch gedrehte Welle; ist eine Welle aber nur an den Zapfen abgedreht durch Aufsetzen eines Richtscheites, einer geraden Latte auf die beiden Zapfen, und Anwendung der Setzwaage. Dazu müssen aber die Zapfen von gleichem Durchmesser sein, sonst ist an dem kleineren die Hälfte seines Unterschiedes gegen den größeren zu unterlegen und dann die Latte mit der Waage aufzusetzen. Um die Abweichungen nach der Seite hin zu erkennen, ist es gut, wenn von Anfang der Aufstellung die Achsenlinie auf dem Fußboden, an der Decke oder einem anderen passenden Orte mit einzelnen bleibenden Zeichen markirt worden ist. Man hat dann nur die bestehende Lage mit diesen Zeichen mittelst Herablassen eines Senkels zu vergleichen.

Stehende Wellen sind noch leichter zu beobachten als liegende, indem man nämlich an dem Faden eines Senkels vorbei ihre Mitte

ins Auge faßt, und diese Beobachtung in zwei rechtwinklig zu einander stehenden Ebenen macht.

Der Eingriff von Zahnrädern, Stirn- oder Kegelrädern zeigt am allerdeutlichsten die Unrichtigkeiten an. Alle Zähne beider Räder sollen in ihrer ganzen Breite und gleich stark greifen, also dadurch blank gemacht sein. Dieses setzt aber auch durchaus richtig gearbeitete Räder voraus, welche leicht nachzumessen und zu controliren sind.

Sind dagegen die Zähne auf beiden Seiten (eine abwechselnde Umdrehung der Räder und Wellen nicht vorausgesetzt) und dann nur etwa zur Hälfte der Breite angegriffen, so ist die Welle unrichtig gelegen.

Findet keine Umwechselung der Bewegungsrichtung Statt und sind dennoch die Zähne auf beiden Seiten frei von Schmiere, angegriffen, so findet ein sogenanntes Hinterarbeiten Statt, gewöhnlich von Gepolter begleitet. Der Grund davon liegt in der unrichtigen Ausgleichung des Beharrungsvermögens des Motors und der arbeitenden Maschinen. Einmal beherrscht der Motor, dann wiedernm die Arbeitsmaschine, wenn solche bedeutende Massen in Drehung hat, die Transmission. Das findet sich häufig in Dampfmahlmühlen, Papierfabriken. Vgl. Nachtrag III. Getreidemühlen.

Ist das Schwungrad einer Expansionsmaschine zu leicht genommen, so zeigen die ersten Zahnräder eigenthümliche Abnutzungen. Zwei Stellen am Umfang sind sehr abgenutzt — sie correspondiren der jedesmaligen Dampfgebung im Cylinder, wo nämlich die geschwächte Winkelgeschwindigkeit wieder beigebracht werden muß. Zwei Stellen sind in normaler Abnutzung, unmittelbar auf erste Stellen folgend, wo Maschine ganz normal ist; und zwei Stellen haben hinterkämmt, d. h. hier hat der Motor geschleppt, die Transmission ist vorgelaufen.

Wenn aber die beiden Hälften eines Rades oder von dessen Zähnen ungleich unter sich abgenutzt werden, so ist das Rad unrichtig aufgekeilt oder schlecht ausgeführt.

Daß in diesen Fällen nicht mit steter Erneuerung der Zähne oder Räder, sondern mit Abänderung der Construction vorzugehen ist, wird keinem sorgsamen Maschinenbesitzer zu demonstriren nöthig sein.

Es gibt aber Constructeure, die zu leichte Schwungräder nehmen

und diese natürlich nicht gern durch schwerere ersetzen. Sie übertragen dann gern die Triebkraft selbst bei größten Maschinen vom Schwungrade (nicht immer abgedreht!) mittelst Riemen auf die Transmission. Hier fallen die Störungen nicht so auf, aber die Riemenabnutzung beweiset sie doch zuletzt.

Demnach sei der Rath an alle Industriellen ertheilt, vor Abschluß der Bestellung über diesen Punkt sich Sicherheit zu verschaffen. Die Berathung mit einem Sachverständigen kostet eine einmalige kleine Ausgabe. Ein böses Triebwerk aber ist ein beharrlicher Nager, der solchen Betrag gar oft verschlingt.

267. Die Unrichtigkeit in der Lagerung einer Welle kann herrühren: a) von dem Verschleiß der Zapfenlager; b) von dem Sinken oder auch Zusammenziehen der Fundamente, der Balken; c) von mangelhaftem Schluß der Lagerböcke gegen seitliche Abweichung.

Wenn die Schalen nicht zu sehr abgenutzt sind, so kann man sie je nach der Einrichtung noch unterlegen, unterfüttern. Dazu dürfen keine losen Plättchen, z. B. von Eisenblech, genommen werden, sondern dieselben sind an den gehörigen Stellen der Schalen zu befestigen. Dieses geschieht entweder mit einigen Schräubchen, deren Köpfe vernietet und gleich gemacht werden, oder durch Auflöthen mittelst Zinnlothes. In letzterem Falle müssen doch einige Stifte eingebohrt werden, die das Verschieben verhindern.

Man thut überhaupt besser, das Innere der Schalen zu füttern. Dazu nimmt man eine der erforderlichen Fütterung an Dicke entsprechende Messingplatte, treibt sie halbrund, überall in die Pfanne passend, befestigt sie mit einigen Stiften und verlöthet sie an den Rändern mittelst Zinn. Daß hierzu die Pfanne rein ausgefeilt und jene Ränder vorher, jeder für sich, verzinnt werden müssen, ist bekannt. Diese Flickereien kommen übrigens gewöhnlich theurer zu stehen, als wenn man eine neue Schale einsetzt. Von den Schalen, welche am meisten abnutzen, sollte immer ein Vorrathsstück vorräthig sein, welches also betreffenden Falls nur eingepaßt zu werden braucht.

Man wird sich immer besser bei der Anwendung von Schalen aus Rothguß als bei denen aus Messing (Kupfer und Zink) befinden. Erstere sind etwas theurer, stehen aber länger. Eine aus unserer

Erfahrung erprobte Mischung ist die von 5 Loth Zinn und 1 Pfund Kupfer; das macht in Procenten ausgedrückt:

Kupfer . . . . 86,5 Theile,
Zinn . . . . 23,5 „

268. Der Verschleiß der Lagerschalen hängt ab: von dem Gewicht der Wellen, der Zahl ihrer Umdrehungen, dann davon, ob sie aufrecht oder horizontal gehen, von der Beschaffenheit und Anwendung der Schmiere, dem Anziehen der Deckel, dem wirklichen Rundsein der Zapfen, denn es gibt auch auf schlechten Drehbänken polygonal gedrehte Zapfen. Schwere horizontalgehende Wellen legt man auch wohl in gußeiserne, pockhölzerne Schalen, z. B. bei Wasserrädern. In Eisenwalzwerken bedient man sich vielfach des Hartbleies. Solche Schalen müssen aber stets naß und kalt erhalten werden. Sie bestehen aus:

Blei . . . . 97 Theilen,
Wismuth . . . . 3 „

Dieselben lassen sich nur wenig bearbeiten, man muß sie also äußerst richtig gießen und bloß in den Ständer einlegen, oder wenn möglich, die Form gleich um diesen machen und die Schale in denselben eingießen.

Es giebt auch noch andere Mischungen, die sich durch Billigkeit in der Anschaffung, gutes Verhalten in Bezug auf Reibung und durch lange Dauer zu Triebwerken geeignet erwiesen haben.

1 Kupfer,
2 Antimon,
33 bis 39 Zinn geben eine weich und zart gehende, bearbeitbare, feste Metallmischung. Es ist vortheilhaft, sie nicht durch direktes Zusammenschmelzen zu erzeugen, sondern vorerst
1 Kupfer,
2 Antimon mit
3 Zinn zusammenzuschmelzen, und jedem Pfund von dieser frisch für sich geschmolzenen Masse 5 bis 6 Pfund Zinn zuzusetzen.

Solche Zinnlager thun noch gut bis zum Verhältniß von

9 Kupfer,
18 Antimon,
73 Zinn.

Billiger noch als diese Komposition stellt sich diejenige, deren Hauptbestandtheil Zink ist. Es erfordert aber die größte Vorsicht beim Schmelzen und Gießen, daß kein Zink verbrenne. Verbrennt das Zink, so wird das Metall trotz vorwiegendem Kupfer- und Antimongehalt nicht besser, sondern porös, schmutzig grau, spröde und unbearbeitbar. In allen Fällen hat es die Eigenschaft, stark zu saugen, also unterhalb der Eingüsse Blasen und Höhlungen zu bilden. Dieser Untugend muß durch starke und hohe Eingüsse, verlorne Köpfe und nicht allzu hohe Temperatur des auszugießenden Metalls entgegengearbeitet werden. Dasselbe besteht aus

1 Kupfer,
2 Antimon,
17 Zink.

Am sichersten geräth die Schmelzung, wenn das Kupfer für sich allein in einem großen Tiegel, der die ganze Schmelzpost zu fassen vermag, eingeschmolzen und diesem Zink und Antimon, beide in einem andern Tiegel flüssig und recht heiß gemacht, zugesetzt worden. Alles Zink wird vorab eingeschmolzen und erst dann das Antimon zugesetzt.

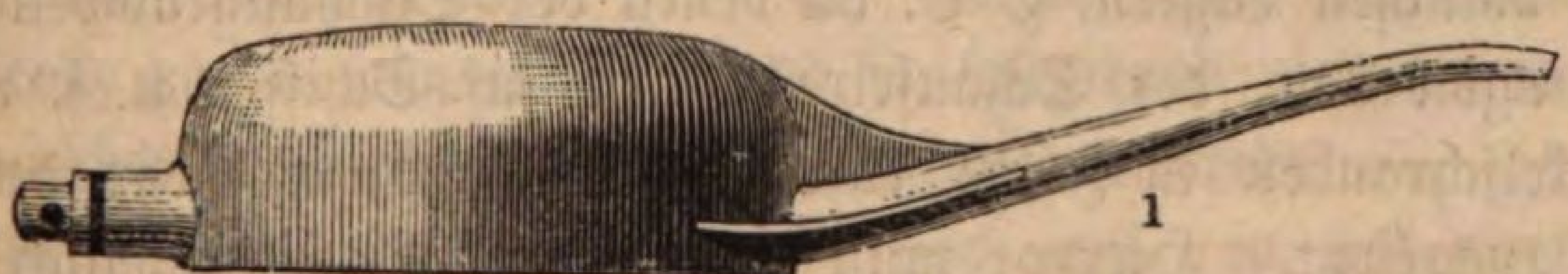
Stehende gußeiserne Wellen sollen mit besonders und sorgfältigst eingesetzten Stahlzapfen versehen werden. Die schmiedeeisernen sollen verstählt werden oder Stahleinsätze erhalten. Gehen diese auf Stahlplatten, so sollen Zapfen und Platte nicht aus derselben Stahlsorte gefertigt sein. Die Zapfen werden so hart als möglich gemacht. An die Spurpfannen kann die Schmiere nur dann vollständig gelangen, wenn von der Führungsbüchse vertikale Kanäle heruntergehen und eben solche Nuthen in der obern Lagerfläche ausgemeißelt sind. Zum Abführen der gebrauchten, schmutzigen Schmiere muß vom Boden der Pfanne ein Röhrchen abgeleitet werden. Durch die Reibung bei Oelmangel wird der Zapfen weich, oft glühend, reibt sich fest, und wird abgedreht, abgerissen.

Diese Spurzapfen müssen durch eine Büchse aus Rothguß umschlossen und nach der Seite gehalten sein. Auch hat diese Büchse einen tiefen Kelch zur Aufnahme von vielem Fett. Es ist am besten, wenn die Stahlplatte auf dem Boden der Büchse ruht, ohne sich mit drehen zu können; hierbei wird nicht unnöthiger Weise Fett verbraucht, welches bei der kleinsten Oeffnung der Büchse reißend verloren geht.

Zum Schmieren der Zapfen wird aus unrichtiger Oekonomie allzu oft schlechtes Oel genommen. Die Besitzer von Maschinenanlagen mögen nur den Versuch machen, die besten Oele zu nehmen. Sie werden davon weniger als von billigen gebrauchen und ihre Werke in besserem Stande erhalten. Natürlicher Weise gießt man von solcher theuren Schmiere vorsichtiger zu und hält auf jeden Zapfen eine gute Oelbüchse. Die Oelbüchsen verhindern jedwedes Verschütten, halten den Staub ab und schmieren recht gleichmäßig. Der Wärter bedenke dabei stets, daß er kein wohlfeiles Oel unter Händen habe, und mit diesem soll er ja auch immer sparsam umgehen. Wir rathen sehr, nur feine gute Schmiere anwenden zu lassen und den Wärter an Ersparnissen zu betheiligen, die er unbeschadet des guten Ganges der Maschinen im Fettverbrauch erzielt.

Ein Schmiergefäß, das nicht leicht umgeworfen oder verkehrt gestellt werden kann und selbst in diesem Falle nur einige Tropfen Oel verliert, auch beim Gebrauch kein Uebergießen zuläßt, ist in Fig. 311 dar-

Fig. 311.



gestellt. Es wird in der gezeichneten Form und annähernd angegebener Größe aus dünnem Kupferblech gefertigt, das Ausgußröhrchen durch einige Blechrippen verstärkt. Links befinden sich nebeneinander zwei ganz gleiche Oeffnungen zum Einfüllen, beide durch ein Schräubchen mit vorgelegter Lederscheibe geschlossen. Durch die eine dieser Oeffnungen wird das Oel eingefüllt, während aus der andern die in dem Gefäß enthaltene Luft entweicht. Beim Neigen des Gefäßes fallen nur 4 bis 5 Tropfen Oel aus dem Röhrchen; will man mehr haben, so bedarf es nur eines mehr oder weniger kräftigen Druckes auf die beiden flachen Wände. Die Verdünnung der eingeschlossenen Luft läßt ein stärkeres Ausfließen als von einigen Tropfen weder im Falle des vollständigen Schiefhaltens noch des Umwerfens zu. Wegen seiner großen Standfläche kann das Gefäß aber nicht gut in eine verkehrte Lage kommen. Mancherlei andere Oelgefäße, welche für

Sparsamkeit und bequemen Gebrauch vorgerichtet sind, findet man jetzt in den Maschinenwerkstätten und Maschinenstuben.

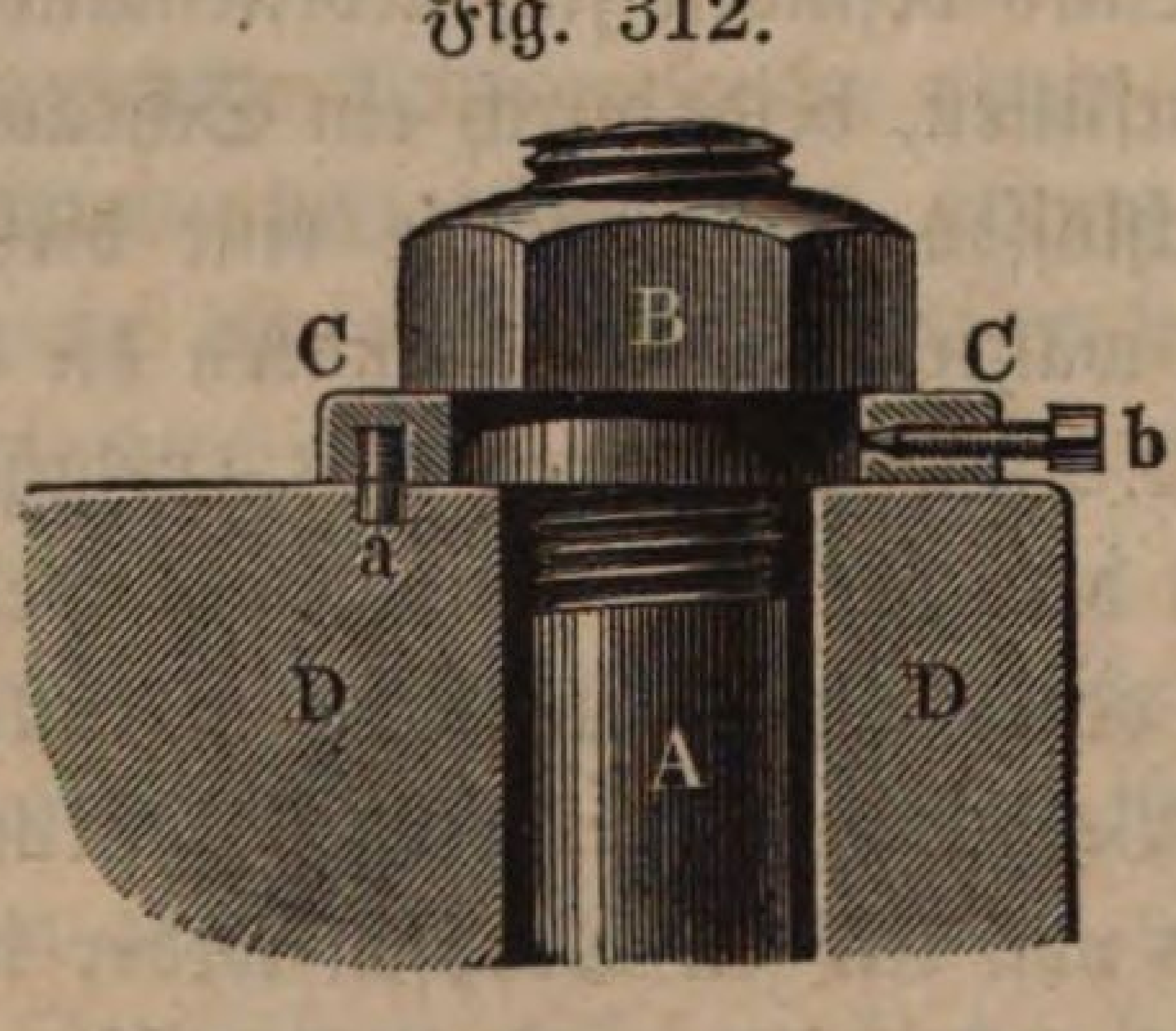
Schmierfänger, d. h. Schalen zur Aufnahme des abfließenden Oels, mögen nie fehlen und ebenso wenig unentleert bleiben.

Die Schmierlöcher sind öfters nachzusehen und zu reinigen, ebenso, wenn Rüböl gebraucht wird, die Schmierfurchen, welche zur besseren Vertheilung im Inneren der Schalen ausgearbeitet sind. In beiden bildet jenes Oel gar zu leicht verstopfende Krusten. Von dem Anziehen der Lagerdeckel wurde in 226 gesprochen. Das Zwischenlegen von Scheibchen aus Weißbuchenholz ist besser als das Leerlassen jener Stellen. Man ist dadurch verhindert, eine Schraube viel stärker anzuziehen als die anderen, und hat immer ein richtiges Maß für das Anziehen, wenn nur die Klötzchen von vornherein richtig gemacht wurden, so daß der Kreis der Pfannen vollständig und genau wie der Zapfenumfang war.

Zu fest angezogene Schalen lassen kein Oel an den Zapfen und so wird er alsbald malmen und die Schalen oder sich selbst verderben.

An manchen Lagern, z. B. an denen der Schwungradwellen, der Steuerungswellen, der Schaufelradwellen auf Schiffen u. s. w., sind die Deckelschrauben in Folge rüttelnder Bewegungen sehr dem Loswerden ausgesetzt. Hiervor muß man sie soviel wie möglich zu bewahren suchen, indem sonst schädliche und verderbliche Stöße eintreten. Man hat mancherlei kleine Vorrichtungen, Schraubensicherungen, zu diesem Zwecke versucht, aufgelegte Doppelschlüssel, Gegenmuttern, Sperrrädchen ꝛc. Keine dieser Einrichtungen bewährt sich aber so gut, als die in Fig. 312 dargestellte. *A* ist eine Deckelschraube, *B* Mutter derselben, oben wie gewöhnlich sechsseitig, unten mit einem runden Ansatz versehen. *C* Unterlegering. In diesen ist das Stiftchen *a* fest eingeschraubt und in ein entsprechendes Loch im Lagerdeckel *D* versenkt. *b* kleine stählerne Stellschraube, mittelst welcher die Mutter festgestellt wird, sobald diese zur Genüge ange-

Fig. 312.



zogen worden ist. Das Stiftchen *a* verhindert alsdann die Drehung der Mutter.

269. Das Setzen und Sacken von Fundamentmauern, mehr aber noch das Schrumpfen der Balkenfundamente können leicht eine schlechte Lage der Wellen herbeiführen. Da bleibt nichts übrig, als die Lagerböcke im Ganzen zu unterlegen oder zu unterkeilen und dann den Zwischenraum mit Blei oder Cement vollzugießen. Wenn man das unterläßt, so gehen diese Keile heraus, und die Platte ist dem Brechen ausgesetzt.

Die Schraubenbolzen, Fundamentanker, welche durch Balken gehen und unter diesen gehalten werden sollen, müssen große Unterlegplatten, am besten aus Gußeisen, mindestens 6″ im Quadrat groß erhalten und dann mit soliden Spletten durchstochen sein, welche die Drehung der Schraubenbolzen verhindern.

Um das Ausweichen der Zapfenlager nach den Seiten hin zu verhüten, läßt man gewöhnlich ihre Grundplatten ganz oder zur Hälfte in die Steine oder Balken ein. In diesem Falle hat man vorher ihre Stelle genau anzuzeichnen und sie festgehend einzulassen, damit jedes nachherige Rücken und Keilen vermieden werde.

Stehen aber die Grundplatten flach auf, so soll man einige eiserne Zapfen mit Klauen in den Stein vergießen, die die Platte zwischen sich halten. In Balken kann man etliche starke Holzschrauben tief eindrehen, so daß die vorspringenden Enden die Platte einschließen. Gewöhnlich sind die Löcher zur Aufnahme der Bolzen länglich. Stehen die Schraubenbolzen im Fundament unbeweglich, so fülle man die länglichen Löcher neben den Bolzen mit hartem Holz aus, lege die Vorsteckscheibe und Mutter auf und ziehe fest an. Dadurch ist auch jede Verschiebung unmöglich gemacht.

270. Obgleich die gute Anlage der Triebwerke eigentlich mehr Sache des Mechanikers und Monteurs ist, so sei dieselbe doch hier in Kürze besprochen. Es ist bei derselben zu beobachten:

a) daß der treibenden Wellen, Räder und Riemscheiben möglichst wenige seien und ihr Gewicht das zu einer guten, sicheren Konstruktion eben erforderliche nicht überschreite;

b) die Zahl der Drehzapfen und Lager soll nicht unnöthig groß

sein; die Durchmesser derselben dürfen nicht mehr als die erfahrungsmäßige Größe haben.

c) Die Wellen müssen hinreichende Stärke haben, um der Drehung, dem Biegen und anderen Einwirkungen, z. B. unvermeidlichen Stößen, widerstehen zu können.

d) Die Uebertragung der Kraft von einer Triebwelle auf eine andere oder auf eine Arbeitsmaschine (Werkzeug) muß wo möglich nahe an einer Unterstützung derselben, also an einem Zapfenlager stattfinden. Freihängende oder fliegende Räder und Scheiben sollen nicht vorkommen. Auch ist es zu tadeln, daß Fabrikanten die Wellenleitungen der Länge des gekauften Eisenstabes gemäß anordnen, wobei oft die Kupplungen fern ab von Lagern stehen; Kupplungen sollten nur nahe an einem Lager sich befinden.

e) Wellen, Räder und Scheiben sind genau centrisch anzufertigen und richtig aufzustellen. Deshalb ist es vortheilhaft, die Sitze auf den Wellen abzudrehen, die ausgedrehten Naben der Räder u. s. f. mit Keilen (Feder und Nuth) oder Stellschrauben zu befestigen. Noch besser ist das Aufklemmen der Scheiben, die entweder getheilte Naben besitzen oder in zwei Hälften hergestellt sind. An sämmtlichen drehenden Theilen sind scharfe Vorsprünge, z. B. Schraubenköpfe, Keilnasen, zu vermeiden; wenn aber vorhanden zu umhüllen.

f) Ein anderes Erforderniß ist noch, daß die ganze Anordnung in der Hinsicht praktisch sei, daß sie leicht angefertigt, aufgestellt, beobachtet und reparirt werden kann.

271. Bei gekuppelten Wellen zeigt sich jede unrichtige Lage durch ein Rucken, Schlagen und Knarren in den Kupplungen. Wenn solche los werden oder gar brechen, so hüte man sich, den Grund allein in der Kuppel, z. B. in ihrem Loswerden zu suchen, und sie dann fester zu keilen, zu schrauben; sehe vielmehr die Lage der Wellen und deren Beschaffenheit nach. Oft auch sind die Lager nicht gewichen, aber die Welle biegt sich stark durch, besonders wenn Riemscheiben, schwere Räder auf ihrer Mitte sitzen und von da bedeutende Kraft entnommen wird.

Geringe Biegungen werden kalt ausgerichtet, wozu man die Welle recht scharf zwischen die Spitzen der Drehbank spannt, die convexe Seite nach unten legt, sie in der Mitte unterkeilt, und nun auf der

oberen concaven Seite so lange kalt hämmert, bis die Welle, losgelassen und gedreht, rund läuft.

Bedeutende Krümmungen müssen aus dem Rauhen durch einen Schmied und dann vollständig so wie vorher beseitigt werden.

Abgedrehte Wellen in trocknen Räumen sollen immerfort blank gehalten werden. Dazu dient mit Vortheil die Schmirgelzange, Fig. 313, welche so lange Schenkel hat, daß man die Backen bequem an die hoch hängenden Wellen anlegen und während der Umdrehung der Wellen langsam fortführen kann. Die eisernen Backen haben eine solche Größe, daß sie Holzfutter für die dicksten vorhandenen Wellen aufnehmen können.

Fig. 313.



1/24

Unabgedrehte Wellen, sowie alle Lager, Räder und Scheiben empfangen einen Anstrich mit Oelfarbe, der mindestens alle drei Jahre zu erneuern ist. Der Grund wird mit Mennigroth gemacht und darauf bis zu gehöriger Deckung die beliebte schwarze oder grüne Farbe aufgetragen. Einen wohlfeilen, dauerhaften und freundlichen Anstrich gewährt die Verwendung von Zinkgrau.

B. Zahnräder.

272. Um die Zahnräder in einem ruhigen, sanften Eingriff zu erhalten und ihre Abnutzung zu verhüten, werden ihre Zähne geschmiert. Man verwendet dazu gewöhnliche grüne (weiche) Seife, der man noch einiges Fett oder auch Oel untermischt. Hierzu kann das in den Blechschalen der Zapfenlager von diesen abgeflossene, aufgefangene Oel nach vorherigem Filtriren durch grobe Leinwand verwendet werden. Viele Fabrikanten setzen dieser Schmiere Graphit (Reißblei) zu. Dieser darf aber nur von bester Qualität und nicht mit sandigen, erdigen

Verunreinigungen gemengt sein. Man achte darauf sehr. Räderschmiere wird jetzt auch von den betreffenden Fabriken geliefert.

Diese Schmiere wird mit einer Bürste oder einem Borstenquast aufgestrichen, während die Räder im Gange sind. Man wählt immer diejenige Seite beider Räder, wo die Zähne auseinander gehen, um nicht durch eine geringe Unvorsichtigkeit mit Hand oder Arm zwischen den Eingriff zu gerathen, oder jenes Werkzeug in denselben fallen zu lassen, welches sonst sicherlich mehrere Zähne abbricht.

Eine etwas theure, deshalb umsichtig zu verwendende Räderschmiere besteht aus 2 Theilen Wachs, 1 Theil rothem Leinöl. Diese wird erwärmt in dünner Lage aufgepinselt. Zusatz von bestem Graphit thut auch hierbei gute Dienste.

Räderschmiere zu Holz-Eisen-Rädern: 1 Theil Graphit, 2 Theile Wachs, $^1/_2$ bis 1 Theil Talg. Räderschmiere zu Eisen-Eisen-Rädern: 1 Theil Graphit, 4 Theile Talg mit Oel verdünnt und weich gemacht.

Rüböl an Rädern anzuwenden, ist, der vielen durch dasselbe gebildeten Krusten und des Schmutzes wegen, nicht rathsam. Das neu zugeschüttete Oel verläuft sich bald auf jenen Krusten und verharzt daselbst, ohne genützt zu haben.

Wenn Räder, namentlich solche, bei welchen Eisen auf Eisen arbeitet, verhältnißmäßig sehr viel Schmiere erfordern, um ohne Geräusch und ohne zu malmen gehen zu können, so kann man sicher sein, daß sie nicht richtig construirt oder aufgestellt sind, oft aber auch die Wellen unrichtig liegen (266).

Manche Monteure und Maschinisten wollen den Eingriff dadurch von Zahnrädern verbessern, daß sie kurz nach der Aufstellung Oel mit Schmirgel hinzugeben. Dadurch aber wird der Grund zu einer außerordentlich raschen Verderbniß der Zähne gelegt; denn nicht nur wird die Rinde der Zähne, welche am härtesten ist, durch den Schmirgel fortgeschliffen, sondern dieser setzt sich auch in die Poren und ist niemals wieder ganz herauszubringen; er muß also nothwendig die Zähne auch später noch angreifen.

Wir haben sogar gesehen, wie Monteure ihrer verpfuschten Aufstellung dadurch nachzuhelfen suchten, daß sie Schmirgel in Räder

mit hölzernen Zähnen gaben, wo es noch verwerflicher ist, als bei den Räderpaaren mit eisernen Zähnen.

273. Man nennt bei den Radzähnen die Dimension *l*, Fig. 314, die Zahnlänge, das Maß *b* die Zahnbreite, *d* die Zahndicke; *t* ist

Fig. 314.

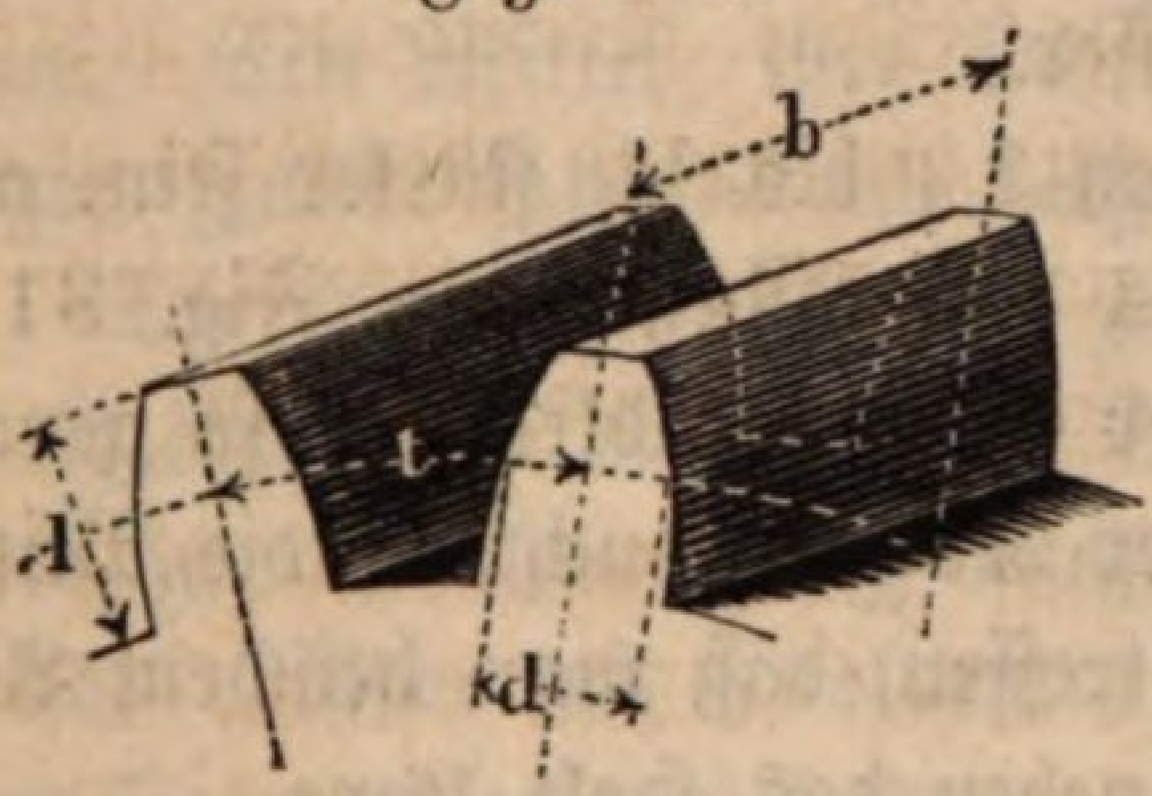
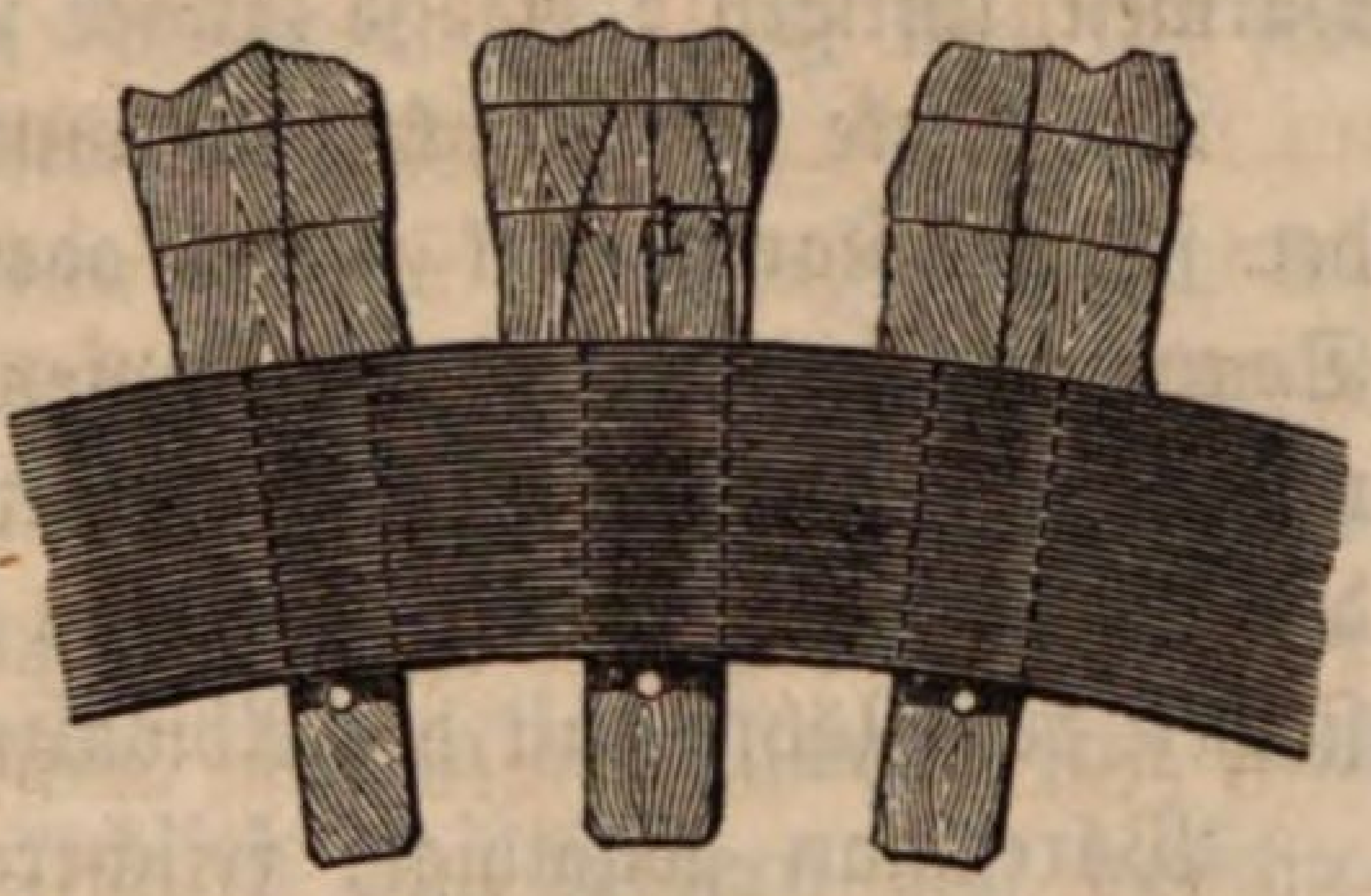


Fig. 315.



die Zahntheilung oder Schrift. Der Eingriff der Radzähne wird so regulirt, daß die Theilkreise beider Räder sich berühren. Da aber bei eisernen Rädern die Theilkreis-Linie nicht sichtbar ist, so muß man sich auf andere Art helfen. Man theile also bei nicht fein adjustirten Rädern die Länge *l* eines Zahnes, Fig. 314, in 7 gleiche Theile (oder die Theilung, Schrift in 13) und nehme einen dieser Theile als Spielraum des Rädereingriffs (Fig. 315). Genauer gearbeitete Räder, deren Zähne alle nach Kalibern abgerichtet sind, dürfen sowohl tiefer als auch enger greifen, und bekommen statt des siebenten nur den neunten Theil der Zahnlänge als Spielraum in der Tiefe und $^1/_{20}$ der Theilung (des Stichs) in der Dicke.

Es würde für hier zu weitläufig sein, das Verfahren beim Aufkeilen, Richtigstellen und genauen Nachmessen der Räder anzugeben. Uebrigens werden jetzt meistens die Naben der Räder ausgebohrt und auf abgedrehten Stellen der Gehwerke befestigt, demzufolge die Befestigung mit einem oder zwei Keilen sehr vereinfacht ist. Diese letzteren sollen von Stahl sein.

274. Die hölzernen Zähne, auch Kämme genannt, werden bekanntlich angewendet, um bei bedeutender Geschwindigkeit der Getriebe einen sanften Gang derselben zu erlangen und die durch die Abnutzung verdorbenen Zähne wieder erneuern zu können.

Das gebräuchlichste Holz zu Kämmen ist das der Weißbuche. Da, wo solches Holz in großen Stücken zu bekommen und nicht zu

theuer ist, rathen wir, die Kämme abzureißen, und nicht, wie es am meisten geschieht, aus den Bohlen zu schneiden. Trockenheit ist das erste Erforderniß der Kämme. Man schneidet aus den gerissenen Stücken oder den Bohlen die Kämme aus dem Rauhen, verklebt die Hirnenden mit starkem Schreibpapier und verwahrt sie so an einem warmen, luftigen Orte, je länger je besser.

Die Dicke der Stücke soll immer um $1/4$ bis $1/5$ stärker sein, als der fertige Kamm dick bleibt oder als das Maß *d* in Fig. 315. Denn nicht immer sind die Zapfenlöcher in den Radkränzen so genau und richtig gegossen, daß die Mitte der Kämme auch auf die Mitte der Löcher fiele; und so dürfte es sich treffen, daß man bei dem Abstechen der Zähne mit der Abwälzung neben das Holz käme.

Wäre man genöthigt, frischeres Holz zu verarbeiten, so sollen die aus dem Rauhen zugeschnittenen Kämme 4 bis 5 Stunden lang mit Wasser, das einige Male zu erneuern ist, gekocht werden. Das heiße Wasser wird am gemächlichsten mittelst eines Hebers abgezogen; es enthält in Lösung die Extractivstoffe des Holzes, welche dessen Veränderlichkeit und rasche Abnutzung bedingen. Die so abgebrühten Holzklötze werden an einem warmen, trockenen, nicht dem Luftzuge ausgesetzten Orte aufbewahrt, und sind einige Wochen nachher zum Verbrauch ebenso geeignet, wie die besten durch langjährige Trocknung erzielten.

275. Wenn das Holz an den Zähnen nicht gut trocken war, oder dieselben nicht scharf genug eingepaßt wurden, so werden sie nach einigem Gebrauche los. Dann soll man sie herausnehmen und mit so viel starkem Schreibpapier oder dünnem Carton umlegt wieder eintreiben, daß sie sich recht fest einklemmen. Dabei hüte man sich vor Verwechselung der Zähne. Die Zähne sind so scharf und so fest in die Löcher einzupassen und einzutreiben, als es möglich ist, ohne den Kranz zu zersprengen.

Sind die Kämme zu weit abgenutzt, z. B. auf die Hälfte ihrer Dicke, so thut man am besten, das Rad ganz neu zu verzahnen.

Sind alle Kämme eingesetzt, so werden sowohl die Theil- als die äußeren Umfangrisse aufgezeichnet, und zwar an dem umlaufenden Rade mittelst Drehung der Welle oder eines dazu hergestellten Dorns*).

*) Die Kränze dieser Räder sollten stets abgedreht verlangt werden, was der heutige Maschinenbau auch leicht gestattet.

Sodann erfolgt die Eintheilung auf dem Theilriß, Ueberwinkelung derselben auf die anderen Zahnflanken, Abstechen der Dicken und Vorreißen der Zahnabwälzungsbogen. Nun dürfen nach vorher noch bewerkstelligter Anzeichnung der Risse, wo die Befestigungsstifte stehen müssen, die Zähne ausgeschlagen, numerirt und fertig gearbeitet werden. Ein Mittel, ihre Dauer zu verlängern, ist, daß man die fertigen Zähne sattsam mit heißem Leinöl tränkt.

Die Grundbedingungen zu gutem Gange und langer Dauer der Holzzähne sind aber richtige Theilung, entsprechende Dicke und Breite und genaue Abwälzung nach dem Erforderniß des Zusammenarbeitens. Räder mit Evolventen-Verzahnung (wie sie z. B. unsere obigen Figuren zeigen) bekommen Zähne, die an der Wurzel sehr stark sind, sehr gut arbeiten und den Eingriff von Rädern von verschiedenem Durchmesser gestatten.

Zu jedem Rade mit Holzzähnen, das sich in einer Fabrik im Gange befindet, sollte eine Garnitur Zähne vorräthig sein und vom Constructeur eine genaue Schablone zum Vorreißen der Zähne von vornherein mitgegeben werden.

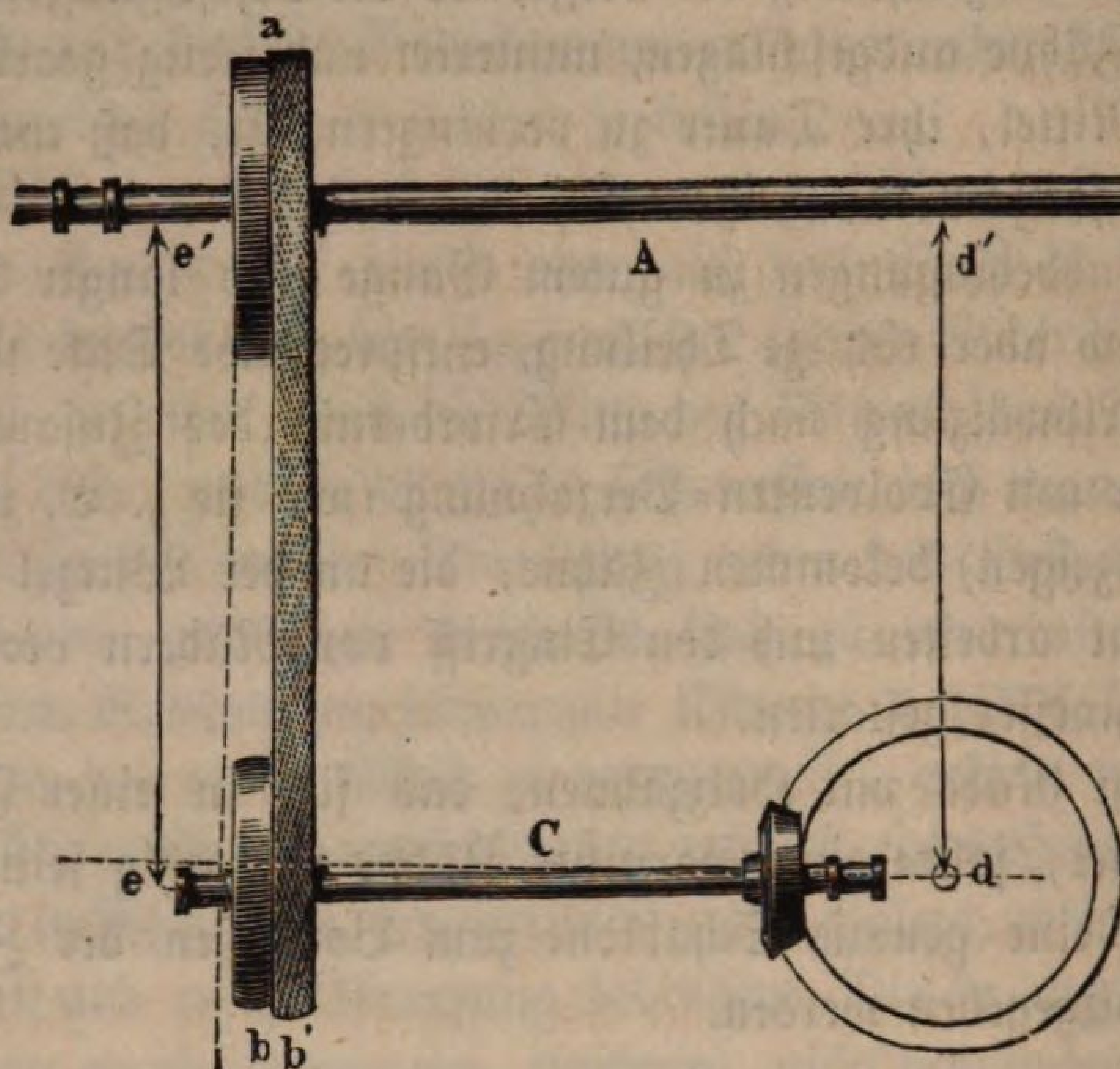
276. C. Riemscheiben und Laufriemen.

Für die Riemscheiben ist es ebensosehr Bedingung, daß sie centrisch laufen, als für die Zahnräder. Man wird niemals auf Riemscheiben, die Schlag haben, die Riemen von langer Dauer finden und auch keine regelmäßige Uebertragung der Kraft erzielen. Denn der Riemen auf einer unrund laufenden Riemscheibe wird abwechselnd gespannt und losgelassen, je nachdem sich die Scheibe stellt.

Ebensowenig dürfen die Scheiben schief aufgekeilt sein, oder die Wellen beider Riemscheiben windschief zu einander liegen; denn dabei fällt der Riemen ab, sobald nur einigermaßen Spannung angewendet wird, oder der Riemenhalter (Ausrücker) muß ihn dann führen. Das ist aber ein für den Riemen verderblicher Gang und demnach zu beseitigen. Er entsteht von der oberflächlichen Aufstellung. Anstatt die Wellenachsen genau parallel abzulothen und horizontal zu legen, thun fast alle Monteure zwar das Letztere, beurtheilen aber die Parallelität nur nach der Fluchtung zweier Riemscheiben. Solche trügt

aber gar leicht. Diesen zu häufig vorkommenden Fehler wollen wir an dem Beispiel Fig. 316 erläutern.

Fig. 316.



Eine hoch liegende Welle *A* von egaler Dicke soll durch Riemen eine tiefer liegende *C* in Umtrieb setzen, die wiederum mittelst konischer Räder die Welle *d* (fester Punkt) betreibt.

Man bestimme den kürzesten, horizontalen Abstand des Punktes *a* von dem herunter gelotheten Umfang der Welle bei *d'*. Dieser wird gefunden, wenn die beiden Winkel *d d' A* und *d d' A'* gleich groß, also rechte sind. Nun messe man Länge *d' e'* gleich *d e* ab und rücke die Welle *C* bis der Abstand *e' e* gleich *d' d* wird. Liegen dann noch beide Wellen genau wagrecht, so geht auch der Riemen von *a* nach *b b'* gut, selbst ohne Führung.

Ist aber Scheibe *a* durch Keilanzug — wie gewöhnlich — etwas nach der punktirten Linie abgelenkt, so ergiebt das Visiren oder Schnurziehen nach *b* hin schon eine bedeutende Abweichung gegen die richtige Lage für *C*. Die Folge davon ist das Bestreben des Riemens von *b* abzulaufen. — Hat die Welle verschiedene Durchmesser an den Stellen *d' e'*, so ist das entsprechend zu berücksichtigen.

Um das Ablaufen der Riemen zu verhüten, ist der Durchmesser der Scheibe in der Mitte der Breite größer, der Kranz ist gewölbt. Für Riemen aus doppelter Lederdicke ist ein starkes Gewölbtsein schädlich, da es die Nähte oder den Kitt zwischen den Lederlagen leicht losarbeitet. Riemscheiben auf Transmissionswellen, die den Riemen einmal auf der losen und dann auf der festen Scheibe einer Arbeitsmaschine führen, dürfen nur einfach cylindrisch sein. Wenn aber die Wellen weit aus einander liegen, so kann man wohl auch in Fig. 316 der Scheibe *a* die reichliche Breite von *b* oder *b'* geben, ihren Kranz auch wölben und doch ziemlich guten Lauf damit erzielen. In unserem Beispiel aber dürfte ihre Mitte nur mit der Mitte von *b'* (der festen Scheibe) correspondiren. Spurkränze zum Halten des Riemens auf den Scheiben soll man thunlichst vermeiden, denn sie sind nur bei Riemscheiben stehender Wellen und da nöthig, wo zwei Riemen auf gleich großen Triebscheiben unmittelbar neben einander gehen; bei guter Lagerung und Ausführung des gehenden Werkes sind sie selbst für die raschesten Uebertragungen entbehrlich, während sie immer die Gefahr bieten, daß der Riemen auf sie hinaufläuft und zerreißt, oder mindestens abfällt.

Alle Riemscheiben sollen abgedrehte Kränze haben und diese von möglichst gleicher Eisenstärke, die allenfalls noch z. B. bei Spinnerei- und Weberei-Triebwerken durch theilweise inneres Ausdrehen des Kranzes erzielt wird. Dasselbe gilt für Triebscheiben in Papierfabriken und Mahlmühlen. Den hölzernen gibt man einige Riffeln, die man auf der Drehbank einschneidet. An diesen soll man die Holzlagen beim Leimen so legen, daß so viel als möglich Hirnholz nach außen, wo der Riemen aufliegt, zu stehen kommt. Tannen- und Forchenholz sind besser als die festeren Hölzer. Birnbaum, Nußbaum eignen sich gut zu Schnurscheiben.

Man hüte sich, auf die Kränze der Riemscheiben Oel oder Fett gelangen zu lassen, und bringe deshalb nahe an Rädern oder Zapfenlagern gehörige Schutzränder an.

Da wo Spannrollen angewendet werden, sehe man darauf, daß, so wie in Fig. 317 (a. f. S.), die Spannrolle *c* sich immer an der Seite befindet, wo der Treibriemen *d* auf die zu treibende Scheibe *b* geht.

Es kommen Fälle vor, wo man erst bei der Aufstellung und

Erprobung der Maschinen die Größe der bezüglichen Durchmesser der Riemscheiben ermitteln kann, und wo die Geschwindigkeiten ganz genau begrenzt sind, auch der Riemenbetrieb nie absetzen, der Riemen nie schleifen soll, z. B. an Papiermaschinen die Verbindung der Preß- und Siebwalzen. Hier legt man 3 bis 5 Windungen dünnes Seil um die Kränze der Holzscheiben, befestigt jeden Seilring an 4 Stellen, wo Holzstücke sich im Kranze befinden, und spannt oder wickelt über diese Seile so lange Filzstreifen, bis der Durchmesser hinreichend groß ist. Diese Lagen werden mit Tapezirernägeln auf den Seilkränzen befestigt. Hier richtet der neuere Maschinenbau die expansibeln Scheiben ein.

Fig. 317.



Eine gute Neuerung ist in Betreff der Zugkraft der Riemscheiben hier zu berichten. Man vermehrt diese, d. h. die Adhäsion des Treibriemens sehr, wenn man den abgedrehten Kranz mit einem Lederring garnirt. Dieser wird stramm aufgespannt und auf den Kranz fest gekittet.

277. Zu den Laufriemen rathen wir, nur gutes, lohgares Wildleder zu nehmen und nicht das billigere weiße, alaungare vorzuziehen. Die Riemenstücke sollen von möglichst gleicher Dicke aus dem Kerne der Haut genommen und vor dem Gebrauche mit vielem Gewichte belastet aufgehängt werden, damit sie austrocknen und sich ganz ausziehen, ehe man sie auflegt. Näht oder kittet man aber Kernleder und Bauchlappenstücke der Haut an einander, so dehnt sich gewöhnlich später der Riemen ungleich, er wird krumm und geht von den Scheiben. Die einzelnen Stücke werden zusammengenäht, indem die regelmäßig gestochenen Löcher mit einem Lederriemen durchzogen werden. Dieses ist Arbeit des Sattlers. Riemen, die oft verändert, verlängert oder verkürzt werden müssen, und nicht gar große Kraft fortpflanzen, bekommen eine Schnalle. Im anderen Falle aber näht man sie auch so wie oben zu, trägt aber dabei Sorge, daß die Löcher immer gleich weit auseinander zu stehen kommen, um sie noch passend gegen einander über zu haben, wenn etwa der Riemen zu lang oder

zu kurz ausgefallen wäre. Uebrigens streckt sich noch ein jeder Riemen beim Gebrauch; man ist deshalb genöthigt, jeden neuen Riemen nach mehrtägigem Gange aufzulösen und ihn um einige Nahtlöcher kürzer zu machen.

Am zweckdienlichsten werden die Riemenenden durch die in Fig. 318 gezeichneten Schrauben verbunden. Davon sind, wie

Fig. 318.

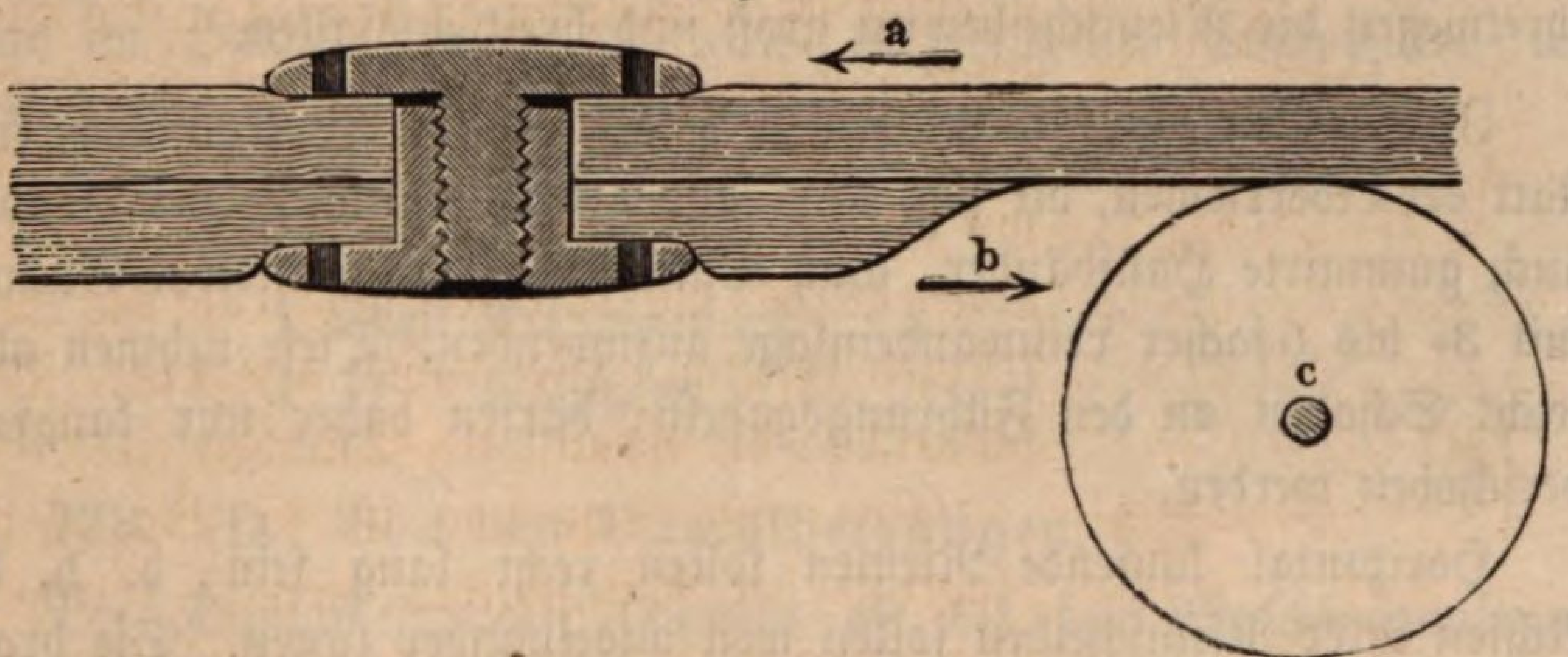


Fig. 319 zeigt, immer mindestens drei Stück an einem Riemenschluß anzubringen. Der Riemen in Fig. 318 darf nicht in der

Fig. 319.



Pfeilrichtung *b* auf die Scheibe *c* geführt werden, sondern er muß in derjenigen *a* davon gehen, weil sonst das anstoßende Ende immer einen Stoß auf die Scheibe verursacht, wodurch das Riemenende stark abgenutzt und die Verbindung verdorben wird.

Die Figuren 320 und 321 geben noch zwei bewährte Verbindungen der Riemenenden an. In Fig. 320 ist eine dem Scheiben-

Fig. 320.

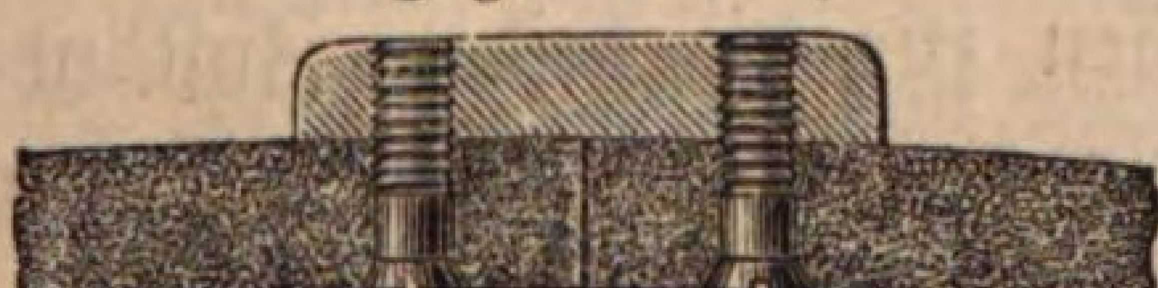
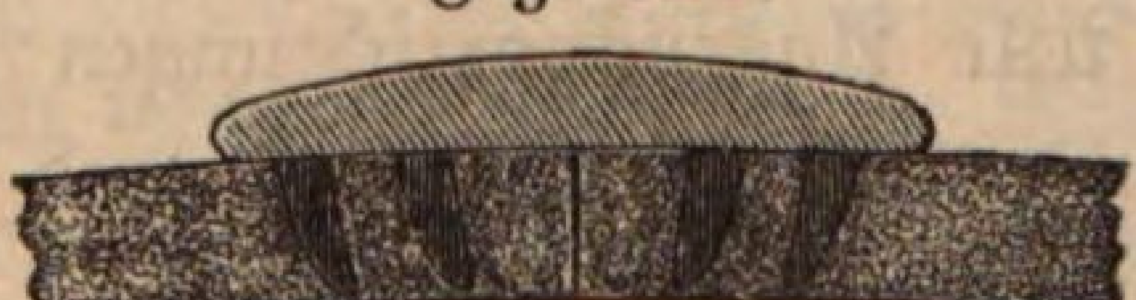


Fig. 321.



durchmesser entsprechend gewölbte Messingplatte die Kupplung. Sie hat etwas weniger Breite als der Riemen und dessen Enden sind mittelst Schräubchen befestigt. Fig. 321 Riemenkupplung mit Haizähnen, aus schmiedbarem Eisenguß gefertigt.

Die Dicke der Riemen, d. h. die Zahl der auf einander genähten (auch durch Holzstifte verbundenen, gepeilten oder gepinnten) Lederschichten macht nicht immer deren Stärke aus. Sind die Scheiben nicht von verhältnißmäßig großem Durchmesser, so wird der Riemen zu stark gekrümmt, ungleich gespannt und dadurch beschädigt und rasch abgenutzt. Einfache Riemen sind immer verhältnißmäßig haltbarer als mehrfache, und wendet man sie deshalb immer an, wo nicht ihretwegen die Riemscheiben zu groß und breit ausfallen.

In feuchten oder feuchtwarmen Lokalen (z. B. Walkmühlen) sind statt der Lederriemen, die hier nicht ausdauern, Gutta-Percha-Bänder, auch gummirte Hanfbänder, auch Bänder aus vulkanisirtem Gummi mit 3- bis 5 facher Leinwandeinlage anzuwenden. Diese nehmen aber leicht Schaden an den Führungsgabeln, dürfen daher nur langsam verschoben werden.

Horizontal laufende Riemen sollen recht lang sein, d. h. die Achsen ihrer Riemscheiben sollen weit auseinander liegen. Sie brauchen dann nur wenig gespannt zu werden, indem ihr eigenes Gewicht genügt, sie fest auf den Scheiben zu halten. Jedoch hat auch die Entfernung der Achsen ihre Grenze, die bei 25 bis 28 Fuß (circa 8^{m}) liegt. Riemen auf weiter auseinander liegenden Scheiben gerathen bei einigermaßen schnellem Gang leicht ins Schwingen und verursachen dann Stöße in den Bewegungen. Bei größeren Entfernungen sind Tragrollen unvermeidlich. Findet nach dem Ausrecken der Riemen noch ein Schleifen oder Abfallen statt, so beweiset dieses, daß er zu seiner Bestimmung unrichtige Dimension empfangen hat. Diese sind also zu ändern. Momentan kann man das Schleifen wohl verhüten, indem man gepulvertes Kolophonium auf die innere Seite der Riemen und auf die Scheiben streut.

Alle Ausrückvorrichtungen müssen für die beiden Zustände des Riementriebes — Betrieb und Leerlauf — fixirt werden können.

Mühlwerke mit bedeutender Geschwindigkeit, z. B. Mahlgänge, Holländer 2c., können viel vortheilhafter mittelst Riemen als durch Zahnräder bewegt werden. Alle Arbeitsmaschinen, in welchen Stöße vorkommen oder wo Verstopfungen, Spannungen entstehen können, sollten mit Riemen getrieben werden. Gestattet die geringe Geschwin-

digkeit anderer Maschinen nicht die directe Anbringung der Riemscheibe, so soll man ein Rädervorgelege einrichten.

Die Lederriemen bedürfen zu ihrer Erhaltung des Fettes, sie müssen also von Zeit zu Zeit eingefettet werden. Das geschieht spätestens nach 3 monatlichem Betriebe und zwar so, daß die reparirten Riemen mit lauwarmem Wasser gut abgewaschen, dann etwas abgetrocknet, kräftig mit Lederschmiere eingerieben werden. Auch davon gibt es gute im Handel; eine gute warm aufzutragende Composition besteht aus:

1 Theil Talg
4 Theilen Fischthran
1 Theil Kolophonium
1 Theil Holztheer.

278. D. Von den Dampfheizungen.

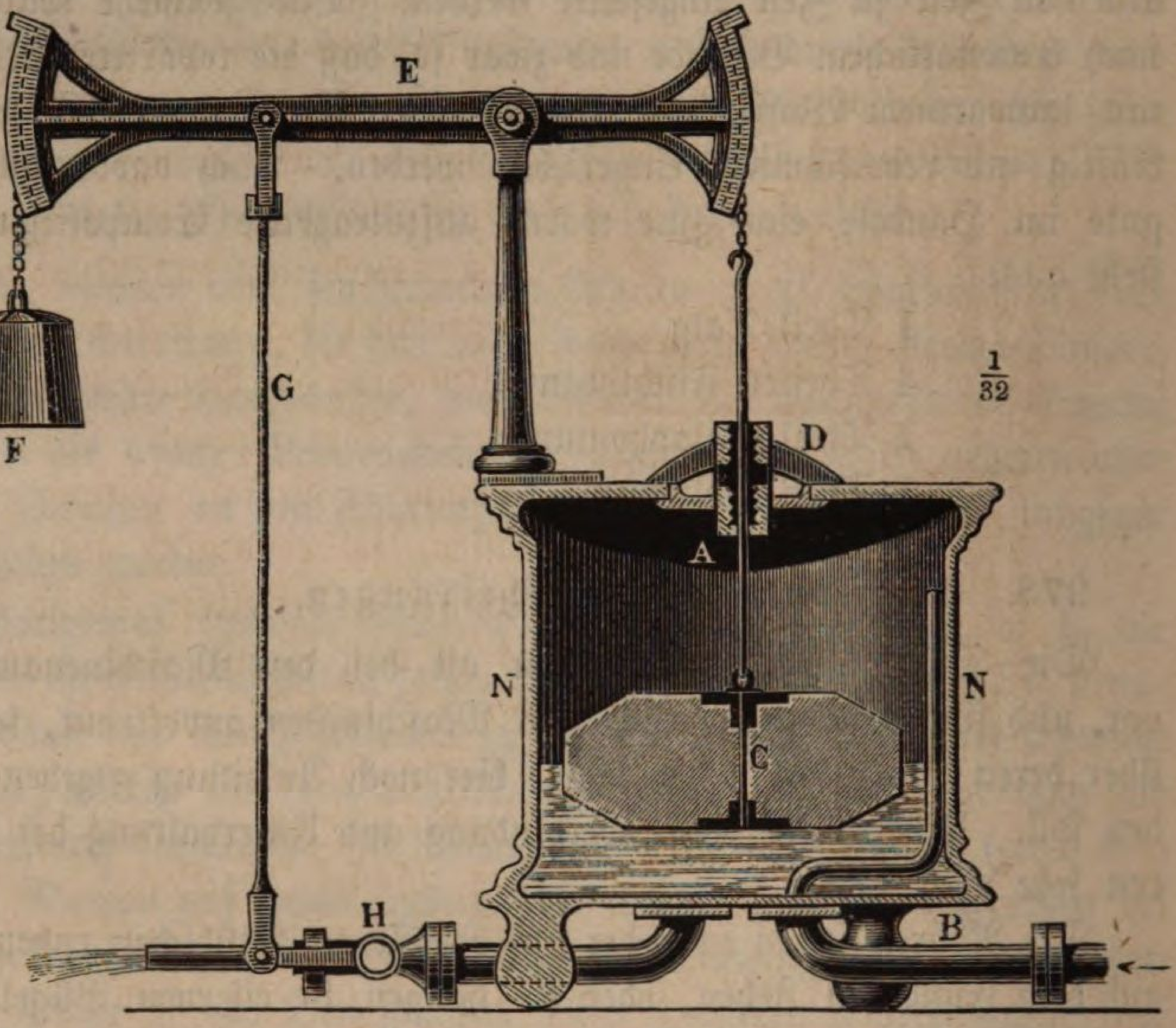
Die Dampfheizungen kommen oft bei den Maschinenanlagen vor, und sind dann gewöhnlich dem Maschinisten anvertraut, so daß über deren Wartung in der Kürze hier noch Anleitung gegeben werden soll. Ueber dampfdichte Verbindung und Unterhaltung der Röhren sehe man 118 u. a.

Die Röhren sollen entweder auf gegossenen Stühlchen ruhen, die auf dem Fußboden stehen, oder sie hängen in eisernen Bügeln an der Decke, sind von den Säulen des Gebäudes getragen. Röhren zum bloßen Heizen der Zimmer und Säle liegen am besten nahe dem Fußboden oder unter demselben.

Die Röhren sollen alle nach der Strömungsrichtung des Dampfes hin abfallen und zwar per Fuß $^1/_{16}$ bis $^1/_8$ Zoll. Von dem tiefsten Punkte einer solchen Strecke, wo sich dann das condensirte Wasser sammelt, findet eine Ableitung dieses Wassers durch ein Ventil statt, oder man führt von mehreren solchen Stellen kleine Röhren an einen sogenannten Condensirtopf. Zu dessen Verdeutlichung dient die Fig. 322 (a. f. S.), welcher ein aufrechter Durchschnitt ist. Der aus Gußeisen gefertigte Behälter A empfängt durch ein Rohr B das condensirte Wasser, das in der Verlängerung von B im Innern von A aufsteigen muß. Ein Schwimmerstein C hängt an dem Messingdraht, der in der Stopfbüchse des Deckels D gedichtet ist, an dem

Hebel *E*. *F* Gegengewicht, *G* Steuerstange für den Schlüssel des Hahns *H*. Der Wasserspiegel beim untersten Schwimmerstande soll

Fig. 322.



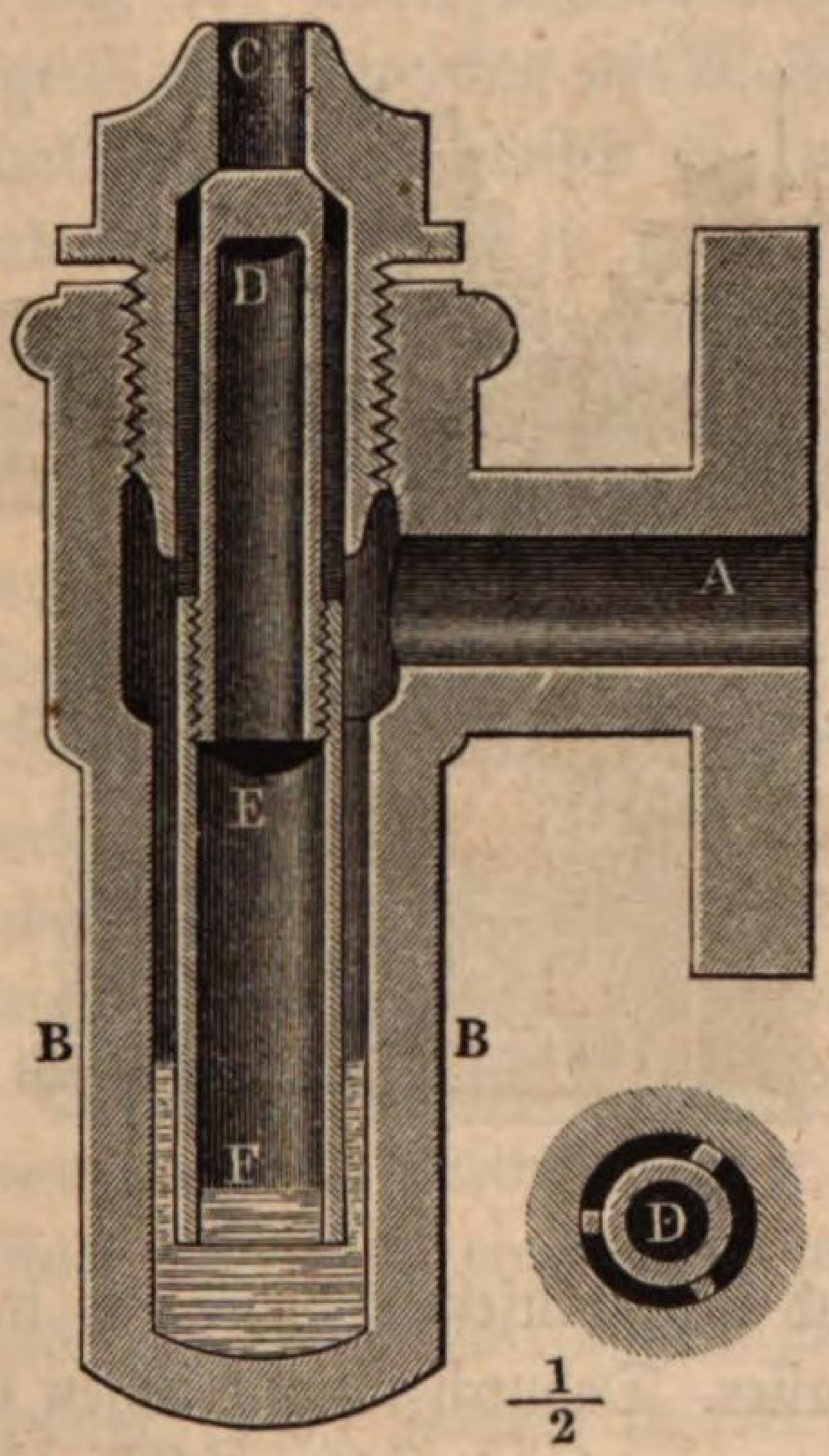
mindestens 1 Fuß unter dem Apparat oder den Röhren liegen, deren Wasser er aufnimmt. Man ersieht aus Figur und Beschreibung leicht, wie das in *A* steigende Wasser den Stein hebt und dadurch sich selbst bis zum bestimmbaren Niveau den Ausgang aus *H* öffnet. Solche Apparate arbeiten sehr zuverlässig.

279. Statt der Condensirtöpfe sind indessen in neuerer Zeit andere Entwässerungsvorrichtungen in Aufnahme gekommen, welche theilweise so einfach und bequem sind, daß man sie auch zum Entwässern und Entluften gewöhnlicher Dampfleitungen für Dampfmaschinen benutzt.

Fig. 323 zeigt in halber natürlicher Größe ein sehr zweckmäßiges, jetzt viel gebrauchtes Entluftungsventil. Dasselbe wird bei *A* an das Ende der Dampfleitung angeschraubt, und setzt diese in fortwäh-

rende Verbindung mit der Höhlung des Gefäßes *B*. Dieses ist bei *C* durch das bronzene Ventil *D* verschließbar, welches mit einem aus Schmiedeeisen gefertigten Fortsatzrohr *E* in eine kleine Quecksilberfüllung im Grunde des Gefäßes *B* eintaucht. Die in *ED* eingeschlossene Luft drängt dabei den Quecksilberspiegel bei *F* nach unten, und es wird nun das Mundstück *C* so gerichtet, daß in kaltem Zustande der Röhren das Ventil etwas unter seinem Sitze schwebt. Wird nun Dampf in die kalte Leitung eingelassen, so condensirt sich sofort Wasser in derselben, fließt durch *A* zu dem Ventil, und entweicht bei *C*; dasselbe thut die in der Leitung vorhandene Luft, ehe das Wasser zugeflossen kommt. Ist aber das Wasser abgeflossen, und es kommt Dampf in das Gefäß, so erhitzt derselbe sofort sehr stark das Rohr *E* und die darin enthaltene Luft; letztere dehnt sich aus, hebt das Ventil und schließt somit bei guter Justirung den Ausgang bei *C*. Neuer Wasserzutritt kühlt die Luft in *E* wieder ab und öffnet wieder das Ventil *D*. Oft bringt man diese Vorrichtung so hoch gelegen an, daß sie nur die Luft ausleitet, während das Wasser durch einen anderen Apparat entfernt wird.

Fig. 323.



Die Fig. 324 (a. f. S.) zeigt den Kirchweger'schen Entwässerungstopf*), welcher große Wassermengen abzuleiten geeignet ist. Bei *A* tritt in den Topf *B* der zeitweise wasserführende Dampf ein, wobei sich der ringförmige Raum um den Topf *C* herum rasch mit Wasser füllt. Dadurch aber erfährt der letztere einen starken Auftrieb, kommt ins Schwimmen, und hebt das platte Bronzeventil *c* gegen den Ventilsitz *d*, wodurch die Verbindung der Dampfleitung mit dem

*) Pr. Patent von Schäffer und Budenberg in Magdeburg.

Wasser-Ausgangsrohr D abgeschnitten wird. Das mittlerweile höher steigende Wasser fließt aber endlich in den schwimmenden Topf C

Fig. 325.

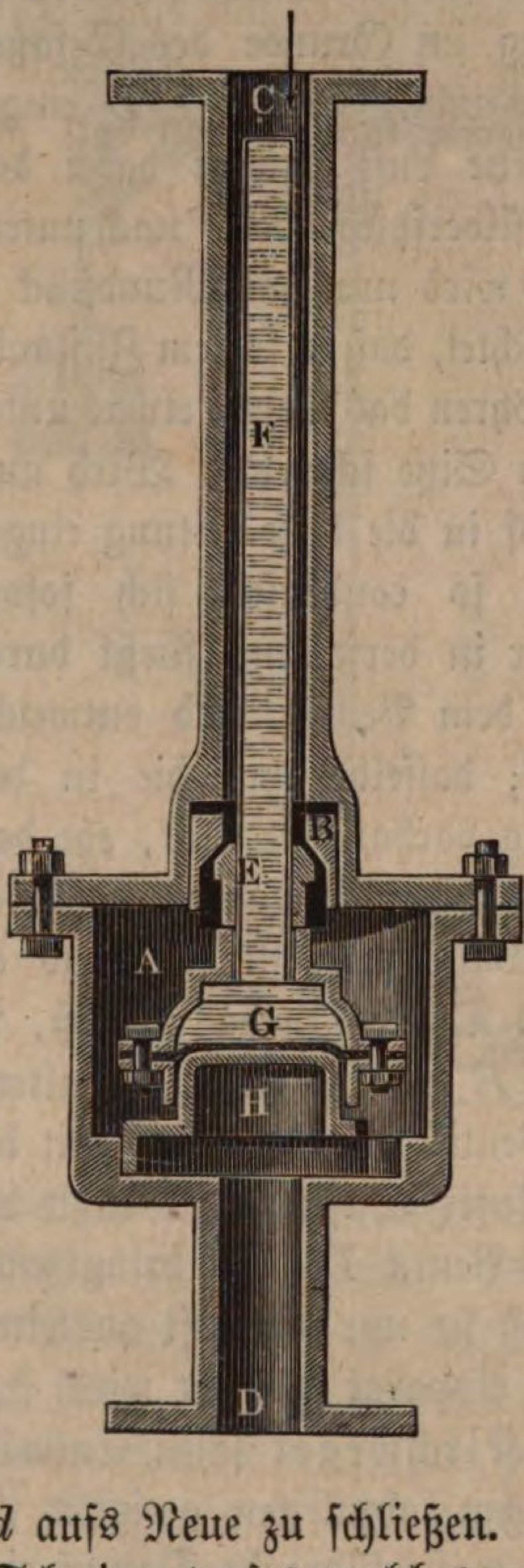
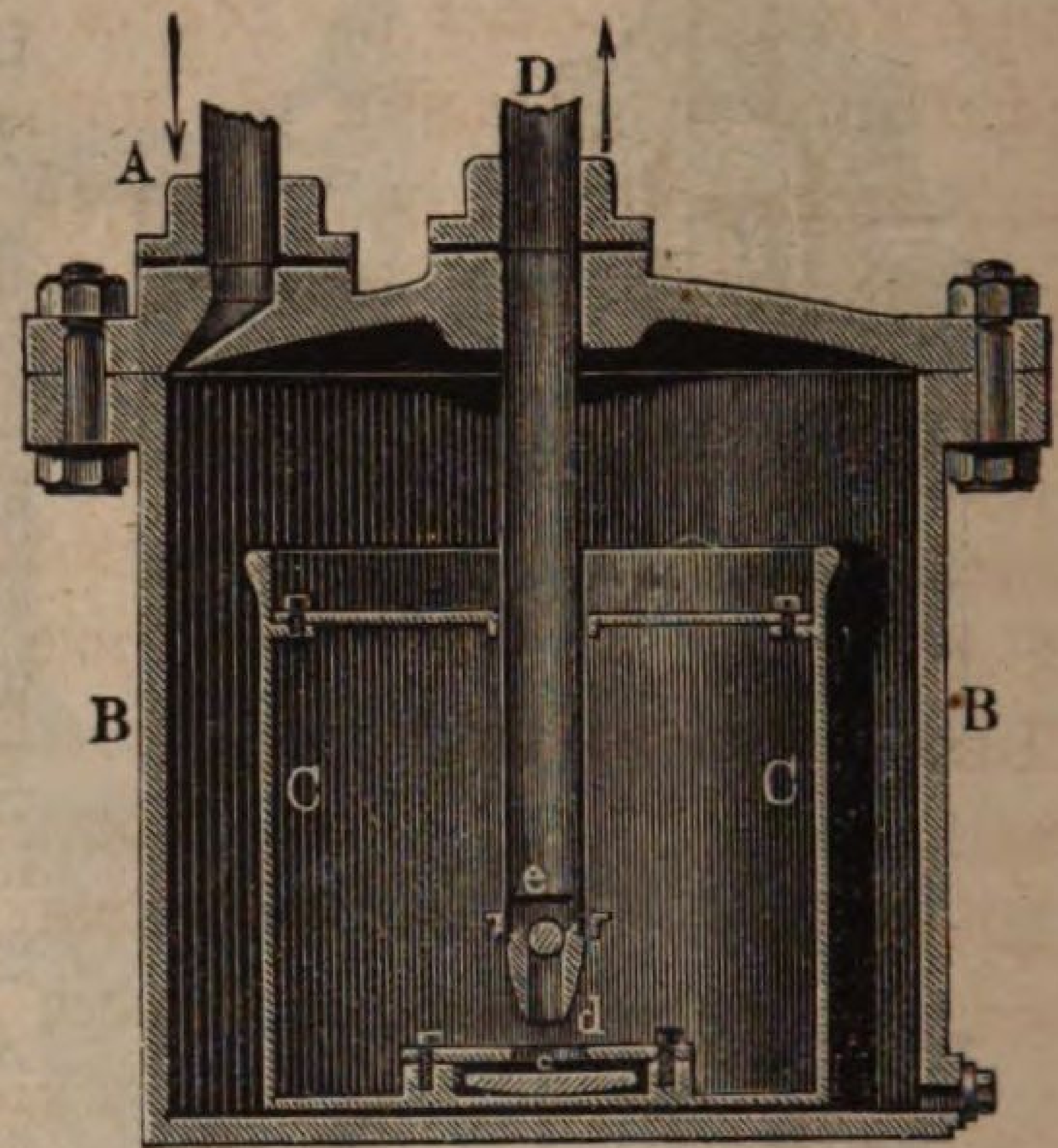


Fig. 324.



über und füllt denselben mehr und mehr mit Wasser. Dadurch nimmt dessen Gewicht immer zu, bis dasselbe endlich größer wird als der Auftrieb und der Topf C wieder niedersinkt. Dabei aber wird der Ventilsitz d wieder frei, und der Dampfdruck preßt das Wasser in die Röhre D hinein, durch welche es abfließt, und zwar so lange bis der großentheils entleerte Topf wieder aufsteigt, um die Oeffnung d aufs Neue zu schließen. So entsteht ein fortwährendes Spiel des Schwimmtopfes, welches regelmäßig das Condensationswasser ableitet. Ein Kugelventilchen e hindert das Zurücktreten von Wasser (und Luft) bei eintretender Abkühlung der Dampfleitung.

Ein drittes, ebenfalls sehr empfehlenswerthes Entwässerungsventil ist das Andreae'sche, Fig. 325*).

*) Patent der Fabrik der Dampfschifffahrts-Compagnie in Magdeburg.

In diesem Apparat ist die in dem obigen Ventil *E*, Fig. 323, den Ventilschluß bewirkende Luft durch Wasser ersetzt. Die zu entwässernde Leitung ist bei *C* in Verbindung mit dem Apparate gebracht, so daß das niederfließende Condensationswasser das sehr dünnwandige Rohr *F*, welches mit Wasser gefüllt und bei *G* mit einer Kautschukmembran geschlossen ist, umspült, und zwischen dem Ventil *E* und dessen Sitze *B* in das Gefäß *A* fließen kann. Von dort geht es durch die Höhlung der Kapsel *H* nach *D* hin und fließt ungehindert ab. Ist aber alles Condensationswasser entfernt, so kommt der heiße Dampf mit dem Rohre *F* in Berührung und dehnt sofort das darin enthaltene Wasser aus, wodurch dieses die Röhre *F* mit dem Ventil *E* in die Höhe treibt und den Ausgang bei *B* verschließt. Dieser Apparat leitet wie der erste auch die etwa in der Leitung vorhandene Luft ab. Es ist ihm ein kühler Ort zur Aufstellung zu geben, z. B. mindestens ein Rohr von 5^{m} Länge zwischen ihn und einen kochendes Wasser abgebenden Apparat einzuschalten.

280. Wenn der Dampf in die Röhren gelassen wird, so sorge man, daß die Lufthähne oder jene Entwässerungsvorrichtungen geöffnet sind; denn die erhitzte, comprimirte Luft kann sowohl schädliche und zerstörende Wirkungen ausüben, als sie auch den Dampf verhindert, in die Röhren zu treten. Man schließe die besonderen Lufthähne erst dann, wenn durch dieselben ziemlich stark Dampf ausströmt.

Alle Dampfröhren, die nicht Wärme abgeben sollen, also bloß dazu dienen, den Dampf an einen bestimmten Ort zu leiten und ihn also möglichst heiß zu erhalten, brauchen nicht sehr weit zu sein, und sollen gegen Abkühlung gut geschützt sein. Man sehe 196.

Dagegen bekommen die Heizrohre recht große Durchmesser, geringe Wanddicke und saubere, reine Flächen. Diese sind immer von Staub frei zu erhalten, weil solcher beim Warmwerden der Röhren einen unangenehmen Geruch entwickelt, wenn Dampf von 3 Atmosphären Spannung, d. h. von 135° C. oder mehr Temperatur durchgeleitet wird.

Neuntes Kapitel.

Von den Werkzeugen und Materialien.

---

281. A. Die Werkzeuge des Maschinisten.

Die Besitzer von Dampfmaschinen thun wohl, ihrem Maschinisten alle diejenigen Werkzeuge, welche er bedarf und deren Gebrauch er außerdem etwa vorzugsweise kennt, in bester Beschaffenheit herzurichten.

Der Maschinist kommt mehr als jeder andere Praktiker in den Fall, verschiedene Handwerke brauchen und kennen zu müssen. Bei guter Einrichtung der Werkzeuge, bei einiger freien Zeit, die ihm die Wartung der Maschine läßt, beschäftigt er sich gern in der Art, daß er Ersatzstücke, Reparaturen, auch wohl ganz neue Zuthaten und Verbesserungen für die ihm anvertraute Maschine herstellt.

In solcher Weise bleibt er in Uebung, vervollkommnet sich in seinen Geschicklichkeiten, und weiß in den meisten Vorfällen mit Rath und That rasch zu helfen.

In großen Anlagen oder auf Dampfschiffen, welche andauernde Fahrten machen, wird ein Schmiedefeuer mit mehreren Hämmern, Setzeisen, Locheisen u. dgl. oftmals gebraucht werden müssen. Dazu eignen sich die tragbaren oder Feldschmieden gut. Man hat sie mit Lederbalgen oder Ventilatoren, jetzt zu so billigen Preisen, daß sie wohl bei jeder Dampfwerksanlage gefunden werden können.

Von den Werkzeugen des Schlossers sind nöthig: Ein guter Schraubstock mit Spannblechen und Bleifutter; Feilen in allen Sorten, schwere Armfeilen, Bastard- und Schlichtfeilen, flache halbrunde und ganz runde Feilen; Hämmer, Bohrer, Bohrwinde und Meißel; eine Schneidkluppe mit den gewöhnlicheren Gewinden, z. B. für Rohr- und Lagerschrauben.

Für jede Sorte von Schraubenmuttern muß ein besonderer Gabelschlüssel vorhanden sein. Außerdem ist ein großer und ein kleiner

englischer oder Universalschlüssel anzuschaffen. Diese Schlüssel liefert gewöhnlich der Maschinenfabrikant zu der Maschine. Dieselben sind recht rein zu halten und an einem Brette, wohlgeordnet, aufzubewahren. Daselbst finden wir ferner noch den kupfernen Hammer zum Antreiben der Keile, einen hölzernen Schlägel, die Schraubenzieher zum Entleeren der Stopfbüchsen.

Auf dem schwarzen Grunde dieses Brettes ist mit rother Farbe das Profil jedes Werkzeuges anzumalen, so daß dessen richtiger Aufbewahrungsort immer rasch gefunden werden kann. Senkblei (Loth), Libelle, Reißkloben — greifbare Waare — werden in verschlossenen Kasten bewahrt.

Um einen Schlüssel für große viereckige Muttern, z. B. der Fundamentschrauben, zu erhalten, biegt man das Ende eines 1 bis $1^1/_4''$ □ Eisenstabes zweimal im Winkel um, so daß der Zwischenraum die Mutter faßt, und behält noch als Stiel die Länge von 4 bis 5′ dieses Stabes übrig.

Von Schreinerwerkzeugen werden gebraucht: eine gewöhnliche Säge, eine Loch- und Schweifsäge, verschiedene Holzbohrer, Meißel und Raspeln, einige Hobel.

Zum Anreiben des Oelkittes und der Anstrichfarben dient ein Farbenreibstein mit Läufer.

282. B. Materialien zum Instandhalten der Maschinen.

a. Der Hanf. Man nehme immer vom besten und schönsten. Derselbe muß langfaserig, rein ausgezogen und frei von Werg sein, und darf vor allen Dingen keinen Staub, Sand oder Anichen enthalten. Letztere Verunreinigungen machen ihn zu Stopfbüchsen ganz untauglich.

Zu dünnen Schieberstangen, zu Schwimmerdrähten nimmt man in Ermangelung von sehr gutem Hanf auch wohl Flachs. Schwimmerstopfbüchsen werden aber am besten nur mit Lampendochtbaumwolle gepackt.

b. Starke gebleichte und ungebleichte Leinwand wird, in Streifen geschnitten, um solche Kränze gewickelt, die hier und

da gelöst werden müssen, aber nicht immer neu gewickelt werden können. Diese Streifen taucht man in den weichen Oelkitt (285) und wickelt sie recht gleichmäßig um die Ringe.

c. Kautschuk im vulkanisirten Zustande in Form von dünnen und dicken Platten, Schnüren zum Verdichten; mit Hanfeinlagen zu Klappen. Reiner Kautschuk schwimmt im Wasser, da er specifisch leichter als dieses ist. Beim Vulkanisiren (Schwefeln) werden ihm für viele Zwecke leider zu viele und gar schädliche Beimengungen gegeben. Jemehr er von diesen hat, um so rascher sinkt der vulkanisirte im Wasser unter. Will man genaue Controle haben, so stelle man sich eine Kochsalzlösung her, in der ein gut erprobter Kautschuk, z. B. zu Klappen, noch schwimmt. Von diesem sonst so schätzbaren Material haben wir aber auch so gefälschtes (mit Schwerspath) gefunden, daß sein Verkauf als sündhaft bezeichnet werden möchte. Dasselbe hatte Cylinderdeckel und Cylinderkopf einer großen Dampfmaschine ganz alterirt, zerfressen.

d. Zum Abputzen des Fettes u. dgl. von den Maschinentheilen darf es dem Wärter nie an Putzlappen oder Baumwolle (Abfälle aus Spinnereien und Webereien) fehlen. So lange diese Abfälle durch den Gebrauch nicht ganz mürbe und brüchig geworden sind, können sie wieder ausgewaschen und aufs Neue benutzt werden. Durch zweimaliges Kochen mit 14° B. Seifensiederlauge und Ausspülen wird das Fett entfernt.

Wir rathen dem Besitzer, nicht, wie wir es oft gesehen haben, den Maschinisten in der Verabfolgung von Putzmaterial zu beschränken: eine unsaubere Maschine verbraucht leicht zehnmal mehr an Oel zum Schmieren, als jenes Material kosten würde. Maschinisten und Wärter sollen aber nichtsdestoweniger ordentlich damit zu Rathe gehen und es nicht so rasch dem Feuer übergeben, wie es meistens geschieht. Ein französischer Maschinenbesitzer sammelte alles fette Putzmaterial und ließ es zu Fackeln verarbeiten, welches Verfahren ihm guten Nutzen brachte.

283. Was die Schmiermittel anbetrifft, so rathen wir unbedingt die besseren und besten anzuwenden. Jeder Fabrikant mache deshalb sorgfältige Proben und Vergleiche, und sehe darauf, daß die kostspieligen Oele und Fette nicht so wie die billigen angewendet und ver-

schleudert werden. Er wird sich unter Erwägung aller Umstände des Verbrauches, des größeren oder geringeren Verschleißes, der Abnutzung seiner Maschine u. s. w. bald bewogen finden, nur reine Fette und Oele gebrauchen zu lassen.

Veruntreuungen davon, wie sie uns leider auch schon vorgekommen sind, können dadurch bald verleidet werden, daß man dem Oele oder Fette eine geringe Portion Terpentinöl zumischt.

Zum Schmieren der feineren Theile an Maschinen soll nur Knochenöl genommen werden. Zapfen und Lager werden jetzt vielfach mit Erdnußöl geschmiert, das nicht theurer als Rüböl, dennoch nicht so leicht gerinnt wie dieses, dagegen wegen seines Geruches und des Rußens beim Brennen in Lampen den Maschinenbesitzer gegen Veruntreuungen schützt.

Vielfach in Anwendung sind die amerikanischen Erdöle. Ueber Korff's consistentes Maschinenöl sind recht gute Nachrichten verbreitet.

Die Probe, wie sich verschiedene Oele als Schmiermittel verhalten, macht man am besten auf einer etwas geneigt stehenden Eisenblechtafel, auf welche von jeder Sorte einige Tropfen gegeben werden. Dasjenige Oel, welches im Herablaufen den längsten Streifen bildet und am längsten flüssig bleibt, ist das zum Schmieren dienlichste.

Eine zuverlässige chemische Probe soll diejenige sein, bei welcher die Oele mit Untersalpetersäure (rother, rauchender Salpetersäure) gemischt und dann ruhig stehen gelassen werden. Zum Schmieren dienliche Oele bilden nach jener Mischung in wenigen Stunden eine ziemlich feste, zusammenhängende Masse, die nicht aus dem Gefäß läuft; verharzende Oele thun dies aber nicht.

Rohes und gekochtes Leinöl (Leinölfirniß), Mennige, Bleiweiß, Schlämmkreide u. dgl. sollen in bester Qualität und immer in einigem Vorrath angeschafft sein.

Gerade in diesen Unterhaltsartikeln spare der Besitzer nicht so sehr, sondern er beherzige nur, daß der wohlfeile Kauf hier gerade sehr leicht zum theuren wird.

284. C. Von den Kitten.

Bei der Maschinenwartung kommen hauptsächlich zwei Kittarten in Anwendung, nämlich der Oel- oder Mennigkitt und der Eisenkitt.

Der erstere wirkt, indem die mit einem trocknenden Oel (Lein-, Hanf-, Madiaöl) angemachte Masse sich beim Zusammenpressen fest an die zu verbindenden Flächen legt, und so eine dichte, nicht bröckliche Kruste bildet. Beim Eisenkitt ist es das Zusammenrosten der zu verbindenden Theile mit dem zwischengelegten Kitt, verursacht durch die Anfeuchtung und den Salmiakgehalt.

Der Oelkitt, so wie man ihn gewöhnlich anfertigt, nämlich mit reinen Bleipräparaten, Mennig und Bleiweiß, ist sehr theuer. Wir haben unter Anleitung von Grouvelle einen Zusatz von Pfeifenthon versucht und folgende Zusammensetzung als bewährt gefunden:

1	Theil	Mennige,
$2^1/_2$	„	Bleiweiß,
2	„	Thon.

Mennige und Bleiweiß werden für sich feingerieben, ebenso der Thon, der sehr gut getrocknet sein muß. Dann mischt man die Materialien und gießt gekochtes Leinöl hinzu.

Mennige mit $^1/_3$ Volumen Kreide dick mit Leinölfirniß geschlagen und feine Wolle darunter auf glatte Fläche der Alb. Kessel 2 Drahtringe (ungeglüht) eingelegt in die Furchen.

Nun kommt es darauf an, ob der Kitt steif oder weich sein soll, wo er im ersten Falle ohne Zusatz zwischen die Fugen gelegt, im anderen Falle an Hanfzöpfe oder Leinwandstreifen gestrichen wird.

Den steifen Kitt erhält man bei vorsichtigem Zusetzen von Leinöl und fortwährendem Klopfen, Mischen und Durcharbeiten der Masse mit einem eisernen Hammer. Der Kitt ist gut, wenn er durch und durch feucht und gleichförmig ist, und wenn man ihn zwischen den Händen eben rollen kann. Man wendet ihn an mit Bleikränzen von 1 bis $1^1/_2'''$ Dicke, die man mit etwas Leinöl bestreicht und auf beiden Seiten circa $1'''$ gleich dick mit Kitt belegt. Um das Abfallen des Kittes zu verhüten, wickelt man einige ganz dünne Splitze Hanf um den Kranz. Eingelegt, gut verschraubt, kann ein solcher Kranz sehr bald der Wärme und dem Drucke des Dampfes ausgesetzt werden.

Zwischen eben abgedrehte und gehobelte Flächen, die aber immer noch einige Furchen haben müssen (194) wird er auch für sich allein, jedoch im consistentesten Zustande verwendet, indem man ihn mit

einem breiten Messer in einer gleichförmigen Schicht aufstreicht, zum besseren Halten noch Messingdrahtgeflecht oder Bindfaden eingelegt (194).

Der weiche Oelkitt wird mit dem Läufer unter größerem Oelzusatz gerieben, bis er ganz gleichförmig ist und zum Zeichen der richtigen Consistenz sich sehr langsam vom Spatel zieht und abtropft.

Beide Sorten des Oelkittes können und müssen vorräthig gehalten werden; man verwahrt sie unter Wasserbedeckung auf, welche das Austrocknen verhütet. Der steife Kitt wird dabei immerhin etwas härter und für die Anwendung zu hart, welche Eigenschaft indessen durch einiges Klopfen beseitigt wird, das ihn wieder anwendbar macht. Die Töpfe zum Aufbewahren des Kittes sollen zugedeckt und rein gehalten an einem kühlen Orte stehen.

Stephenson bedient sich eines Kittpulvers, welches mit Leinöl oder noch besser mit Leinölfirniß (Siccativ) zu einem steifen Brei angerührt wird. Dieses Pulver besteht aus

2 Gew.-Theilen feingemahlener Bleiglätte,
1 Gew.-Theil Sand,
1 „ feinen Kalkpulvers.

Der Sand muß sehr fein geschlämmt sein, das Kalkpulver ist an der Luft zerfallener Staubkalk oder solcher, den man durch Besprengen des Stückkalks mit wenig Wasser zerfallen gemacht hat.

Ein recht guter schnell erhärtender und beständiger Kitt ist der unter dem Namen Mastic Serbat bekannte, welcher in Kistchen gewöhnlich von 20 Kilogrm. Inhalt verkauft wird. Serbat bereitet denselben in zwei Fabriken, wovon eine in Belgien, die andere in Frankreich besteht. Chevalier berichtet darüber im Polyt. Centralbl., 1849, S. 828. Die Zusammensetzung erfolgt aus

72 Theilen calcinirtem schwefelsauren (?) Bleioxyd,
24 „ pulverisirtem Braunstein,
13 „ Leinöl,

welcher Masse unter fortwährendem Kneten und Stampfen nochmals 34 Theile Braunstein und nach 14tägigem Liegenlassen unter Abschluß der Luft fernere 14 Theile desselben Materials gut eingemengt werden. 1 Centner kostet 8 bis 9 Thaler.

Diamantkitt aus:

16	Theilen	Bleiglätte
15	„	Schlämmkreide
50	„	präparirtem Graphit mit
16	„	Leinöl.

285. Die Mischungsverhältnisse bei dem Eisenkitt werden sehr verschieden angegeben. Das beste Zeichen der Güte des Eisenkittes ist, daß sehr bald nach seiner Anbringung ein starkes Rosten der Feil- oder Bohrspäne stattfindet, welches eine jede Composition als tauglich erscheinen läßt. Wir haben uns einer der nachstehenden Zusammensetzungen mit gutem Erfolge bedient:

100	Pfund	rostfreie Feil- oder Bohr- (Dreh-) Späne,
3/4	„	Salmiak,
1/2	„	Schwefelblüthe.

Von diesem Verhältniß geht man mit Verminderung der Eisenspäne herab und nimmt z. B.

30 Eisenspäne,
1 Salmiak,
1 Schwefel.

Feilspäne sind allerdings besser als Dreh- und Bohrspäne, in denen sich stets Staub und Graphit befindet; man wird aber in den wenigsten Fällen solche Massen von jenen aufbringen, als zu den Verkittungen gewöhnlich gebraucht werden. Die Späne werden durch ein Sieb getrieben, so daß die größten Stücke höchstens wie ein Rapskorn sind. Der Salmiak wird eben so gröblich gepulvert, die ganz trockene Masse gut gemengt und mit Urin angefeuchtet. Unter beständigem Durcharbeiten und Schlagen, wiederholtem Anfeuchten wird sich die Masse bald erhitzen, trocken und brüchig werden. In diesem Zustande wird sie in die Fugen gebracht und so fest als möglich mit Stemmeisen und Hammer eingetrieben. Dabei wird der Kitt wiederum feucht, sogar ganz weich. Man verstreicht zuletzt die Fugen ganz glatt und läßt solche Verkittungen wenigstens zwei Tage anziehen und trocknen. Als Zeichen einer guten Verkittung erscheinen dann auf der äußeren, zuerst hart gewordenen Rinde hier und da schwärzliche Tropfen.

Es ist schon früher gesagt worden, daß die Flächen, welche hiermit dicht gemacht werden sollen, ganz rein metallisch, rostfrei sein müssen. Die geringste Spur von Fett verhindert das Angreifen; ebenso faßt der Kitt nicht auf getheerten Kesseln (114.). Daß überhaupt nur eiserne Theile damit verkittet werden können, versteht sich.

Man kann denselben in einem eisernen Topfe, fest eingestampft und mit Wasser übergossen, lange aufbewahren. Will man davon gebrauchen, so gieße man das Wasser in ein anderes Gefäß ab und setze der herausgenommenen Masse noch so viele Eisenspäne zu, bis sie die geeignete Consistenz zum Verarbeiten hat. Jenes Wasser wird nachher wieder aufgeschüttet.

Noch eine andere Zusammensetzung eines feuerfesten Eisenkittes, die wir an Gebläsen und Windleitungen, Winderhitzungsapparaten gebrauchen, ist folgende:

15 Theile Eisenspäne,
5 „ Lehm,
1 „ Kochsalz.

Diese Mischung kann mit Wasser und Essig (von jedem die Hälfte) angemacht werden.

Eisendrehspäne und Schlemmkreide geben mit scharfem Essig befeuchtet und eingestampft eine bald und gut dichtende Verbindung z. B. an Wasserbehältern.

286. Gußeiserne Röhren, die mittelst Muffen in einander gesteckt und verbunden werden, macht man außer mit Eisenkitt noch auf zwei Arten dicht:

a) Mittelst Bleiverguß, wie bei den Gasleitungsröhren. Die Röhren werden in einander geschoben; das eingesteckte Ende hat einen Ring, mit dem es in der Muffe aufliegt; gegen diesen wird eine Packung von getheerten Hanfstricken (Wichsel) eingetrieben, so daß sie den größten Theil der Muffe ausfüllt. Der bleibende kurze Ring wird mit Blei zugegossen, und dieses außen gut verstemmt. Behufs des Eingießens des Bleies wird die vordere Oeffnung der Muffe bis auf ein kleines Eingußloch mit Thon geschlossen.

b) Mittelst Kitt aus Pech und Ziegelmehl. Man erhitzt in einer eisernen Pfanne Pech zum Sieden, giebt gröblich gestoßenes, gesiebtes

Ziegelmehl, scharf getrocknet, hinzu und rührt das Gemenge durcheinander. Dann werden Hanfzöpfe von der Dicke eines Fingers hineingetaucht, so daß sie auch Ziegelmehl mit herausnehmen, um das einzusteckende Stück gewunden und dann dieses rasch in die Muffe geschoben. Beide Rohrenden werden mittelst untergestellter Gluthpfannen handwarm gemacht. Die Umwickelung soll die Muffe ziemlich fest ausfüllen. Gegen den Rand der Muffe um das eingeschobene Rohr wird noch ein Hanfzopf umgelegt, mittelst eines Spatels mit Pech und vielem Ziegelmehl getränkt und sodann die Verkittung rasch abgekühlt; der noch bildsame Kitt wird mit angefeuchteter Hand glatt gedrückt.

Nachträge.

A. Ueber Verbrennung.

Die Verbrennung ist eine von Licht- und Wärmeentwickelung begleitete Verbindung eines Körpers mit dem Sauerstoff. Alle die für die Technik wichtigen Vorgänge der Verbrennung, welche in diesem Buche angeführt wurden, nehmen ihren Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft. Derselbe ist ein Bestandtheil der Luft.

100 Gewichtstheile Luft enthalten	23 Gewichtstheile	Sauerstoff und
	77 „	Stickstoff,
100 Maßtheile Luft enthalten	21 Maßtheile	Sauerstoff und
	79 „	Stickstoff.

Der Stickstoff, der vorwiegende Bestandtheil der Luft, ist für die Verbrennung rein unnütz, insofern er nämlich nicht dadurch in vielen Fällen nützlich wird, daß er den Vorgang des Verbrennens verlangsamt.

Brennstoffe oder Brennmaterialien nennt man diejenigen Körper, welche sich unter starker Wärme- und Lichtentwickelung mit dem Sauerstoff verbinden und die sich vermöge ihrer Billigkeit, Wärmeentwickelungsfähigkeit und Leichtigkeit des Verbrennens zu Zwecken der Technik und des gewöhnlichen Lebens verwenden lassen. Hierher gehören Holz, Torf, Braunkohlen, Steinkohlen, Koke.

Die Hauptbestandtheile der Brennstoffe sind: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, hier und da noch Schwefel. Erdige salzige

Beimischungen, die nicht brennbar sind, finden sich oft mehr, oft weniger darin vor.

Bekanntlich werden die Brennstoffe durch die Verbrennung gänzlich verändert und zersetzt. Der Kohlenstoff wird theils mechanisch fortgerissen als Ruß, zum größeren Theil aber bildet er mit Sauerstoffgas bei vollständiger Verbrennung Kohlensäure, bei weniger vollständiger Verbrennung noch Kohlenoxydgas; der Wasserstoff bildet theils mit Sauerstoff Wasser (Wasserdampf) und noch mit Kohle Kohlenwasserstoffgas; Schwefel giebt Schwefelwasserstoffgas und schweflige Säure. Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas sind wiederum brennbar und liefern mit Sauerstoff: a) Kohlensäure, b) Kohlensäure und Wasser, c) schweflige Säure und Wasser.

Bei der ganz vollständigen Verbrennung eines Brennstoffes von obigen Bestandtheilen sind demnach die gasförmigen Producte: Kohlensäure, Wasserdampf und der von seinem Sauerstoff verlassene Stickstoff der atmosphärischen Luft.

Die festen oder losen Rückstände, unverbrennbare, aber doch meist zersetzte veränderte Stoffe, bilden die Asche und die Schlacken.

Um eine Verbrennung zu bewerkstelligen, muß dem brennenden Körper die erforderliche Menge Luft zugeführt und obige Producte beständig fortgeleitet werden. Dieses geschieht vermittelst eines gehörigen Luftzuges. Jeder Brennstoff erfordert ferner eine bestimmte hohe Temperatur, sowohl um sich zu entzünden, als auch um fortbrennen zu können. Diese Temperatur — Entzündungstemperatur genannt — ist für die verschiedenen Brennstoffe verschieden; sie beträgt aber immer mindestens 500° C. (400° R.). Vermittelst des Anzündens bringt man den Brennstoff auf jene Temperatur. Zum Fortbrennen muß nun immer die Entzündungstemperatur vorhanden sein; jeder brauchbare Brennstoff aber entwickelt mehr Wärme als jene beträgt, denn sonst dürfte man ihm Nichts von seiner Temperatur entziehen.

Diese Temperatur und die erforderliche Beschaffenheit eines Feuers wird dadurch beibehalten, daß man die angehende, entstehende Verbrennung in keiner Weise abkühlt, also die Brennstoffe einschließt, und zwar mit schlechten Wärmeleitern, daß man den Effect der

Verbrennung, die Hitze, nur an dem dem Luftzuführungspunkt entgegengesetzten Ende des Feuers (dem Orte des Verbrennungsbeginnes) nutzbar macht oder entzieht. Man sehe 52 nebst Anmerkung.)

Der Luftzug bedingt, wenn wir von der künstlichen Herstellung desselben (97 bis 81) absehen, die Anbringung des Rostes, des Feuerraums, der Züge und vor Allem des Schornsteins. Er entsteht dadurch, daß die sich bildenden gasförmigen Producte, sowie die unzersetzte Luft sich beim Verbrennen erhitzen, dadurch specifisch leichter werden und deshalb in die Höhe getrieben werden. An die durch sie frei gewordenen Stellen werden andere Lufttheilchen hingedrückt. Ein frei brennendes Feuer, die Flamme eines Lichtes zeigen diese Bewegung deutlich, beide bestehen, brennen in Folge derselben.

Bringt man nun über einem solchen Feuer, oder um dasselbe eine Röhre an, die so weit ist, daß alle gasförmigen heißen Producte durchströmen können und diese dabei von der abkühlenden äußeren Luft geschieden sind, so muß die Hitze der Gase beträchtlicher bleiben als bei der offenen Verbrennung. Je heißer die Luftarten werden, um so mehr sind sie auch ausgedehnt und leicht; der Unterschied ihres Gewichtes gegen das der äußeren Luft wird also größer, und deshalb nimmt das Nachströmen von dieser zu. Diese Röhre, der Kanal, in welchen die erhitzte Luft, die Gase u. s. w. strömen, ist der Schornstein; an der Lampe nennen wir ihn das Zugglas.

Die Verhältnisse, von denen die Wirkung eines Schornsteins abhängig ist, sind:

- dessen Höhe,
- dessen Querschnitt,
- die Temperatur der aufsteigenden Gase oder der Feuerluft,
- das Material, die Wände des Schornsteins.

Theoretisch läßt sich für eine gegebene Höhe des Schornsteins und für die Temperatur in demselben die Geschwindigkeit der Luftströmung, und aus dieser und dem Querschnitt die durchgehende Luftmasse bestimmen. Um diese Berechnungen zu machen, denke man sich eine Luftsäule von der Temperatur der äußeren kalten Luft und der Höhe des Schornsteins und berechne, um wie viel sie sich verlängern müßte, wenn sie bis zur Temperatur der heißen Luft erhitzt würde. Man multiplicirt die Differenz der Temperaturen mit dem

Ausdehnungscoefficienten 0,00375 und dieses Product mit der Höhe des Schornsteins. Das so in Fußen erhaltene Product wird als Fallhöhe eines frei fallenden Körpers betrachtet und dessen Endgeschwindigkeit nach der Formel $c = 8 \sqrt{h}$ berechnet, worin c diese Geschwindigkeit, h die Fallhöhe (das Product) bezeichnet. Die Formel für Metermaß ist $c = 4{,}420 \sqrt{h}$.

Folgendes Beispiel möge unter Bezugnahme auf §. 54 dienen.

Der Schornstein habe 93 Fuß ($29{,}2^m$) Höhe und $2^3/_4$ □ Fuß ($0{,}27^m$) Querschnitt. Die innere Temperatur sei 240^0, die äußere 15^0. Eine 93 Fuß hohe Luftsäule von 15^0 würde sich beim Erwärmen auf 240^0 um $225 \times 0{,}00375 \times 93 = 78{,}4$ Fuß verlängern.

Ein Körper, der von dieser Höhe herabfällt, erlangt nach obiger Formel die Geschwindigkeit von $8 \sqrt{78{,}4} = 70{,}4$ Fuß ($22{,}1^m$) und diese ist die theoretische Geschwindigkeit des Luftzuges. In Wirklichkeit kann aber kaum auf $^1/_4$ dieser Geschwindigkeit gerechnet werden, die also nur $\frac{70{,}4}{4}$ betragen wird und mit dem Querschnitt vervielfältigt $\frac{70{,}4}{4} \cdot 2{,}75 = 48{,}4$ Cubikfuß ergiebt.

Wenn der folgenden Tabelle gemäß 1 Pfund Steinkohle 624 Cubikfuß Gasmenge von 240^0 Temperatur erzeugt, so bedürfen diese zum Durchgang $\frac{624}{48{,}4} =$ circa 13 Secunden. Man würde in einer Minute $\frac{60}{13}$, in einer Stunde $\frac{60 \cdot 60}{13} = 277$ Pfund bei diesem Schornstein verbrennen müssen.

Brennstoffe	Kalte Luft (0°) zum Verbrennen von 1 Kilogr. Brennstoff		Kalte Luft auf 1 Zollpfd. Brennstoff	Unverbrannt entweichende Gasmenge auf eine Kamintemperatur von 300° bezogen	
	theoretisch	praktisch	praktisch	aus 1 Kgr. Brennstoff	aus 1 Pfd. Brennstoff
	Cubikmeter	Cubikmeter	preuß. Cubikfuß	Cubikmeter	preuß. Cubikfuß
Völlig ausgetrocknetes Holz	4,50	6,75	109	15,38	248
Lufttrocknes Holz mit 20 Proc. Wasser .	3,60	5,40	87	12,80	207
Holzkohle	8,20	16,40	265	34,31	555
Völlig trockner Torf	5,64	11,28	182	24,54	397
Torf mit 20% Wasser	4,51	9,02	146	20,19	326
Steinkohle mittlere Qualität	9,05	18,10	292	38,58	624
Koaks mit 15% Asche	7,50	15,00	242	31,38	507

Zur ausführlichen Belehrung schlage man nach die Werke von Weisbach, Schinz, Rößler und Anderen.

B. Ueber Brennstoffe.

a. Holz.

Frisch gefälltes Holz enthält zwischen 20 und 50 Procent Wasser mechanisch aufgenommen. Am wenigsten hat die Hain- oder Weißbuche (20 Procent) und am meisten die Weiden- und Pappel-

arten (50 und noch mehr Procent). Lufttrockenes Holz hat immer noch 16 bis 18 Procent Wassergehalt.

Gedörrtes, also ganz trockenes, Holz zieht, an die Luft gelegt, 10 bis 12 Procent Feuchtigkeit wieder an sich (hygroskopisches Wasser).

Die chemische Zusammensetzung aller Hölzer hat sich als durchaus gleich dargethan: völlig trocken enthalten sie 52 Procent Kohlenstoff und 48 Procent chemisch gebundenes Wasser. Im Wasser ist das Verhältniß des Sauerstoffs zum Wasserstoff = 88,91 : 11,09.

Das chemisch gebundene Wasser kann nur durch Verkohlung ausgetrieben werden; dabei bleibt die Holzkohle, fast ganz reiner Kohlenstoff mit dem Aschengehalt, zurück.

Der Aschengehalt der Holzarten schwankt zwischen 1 Procent (Fichte) und 5 Procent (Linde) des Gewichtes vom lufttrockenen Holz. Man darf wohl von den gewöhnlichen Brennhölzern 2 Procent Asche annehmen.

Wie nützlich es sei, das Holz recht trocken zur Verbrennung zu bringen, kann man daraus ersehen, daß Holz mit 25 Procent Feuchtigkeit um $1/3$ weniger an nutzbarer Wärme gibt als trockenes Holz. Bei gleicher Trockenheit der Hölzer ergibt sich dem Volumen nach deren Brennwerth (der im Verhältniß der specifischen Gewichte steht) wie folgt, wenn der Brennwerth der Rothbuche = 1 gesetzt wird:

Pappel	0,58
Fichte oder Rothtanne . . .	0,70
Erle, Linde	0,75
Saalweide	0,79
Tanne	0,83
Eiche	1,03
„ nach anderen	1,36
„ durchnäßt	1,48
Birke	1,10
Weißbuche	1,15

Ein Pfund Holz, dem durch künstliche Trocknung alles Wasser entzogen ist, kann 35 Pfund Wasser von 0° zum Sieden erhitzen und 6,36 Pfund Wasser verdampfen; 1 Pfund Holz mit 25 Proc. Feuchtigkeit erhitzt nur 26 Pfund Wasser zum Sieden.

b. Holzkohle.

Man kann annehmen, daß lufttrocknes Holz bei langsamer guter Verkohlung 1/4 seines Gewichtes an Holzkohlen liefert. Bei diesen ist der Aschengehalt größer, nämlich fast viermal so groß, da von 4 Theilen Holz die Asche in 1 Theil Holzkohle verbleibt. Die Holzkohle zieht nach langem Liegen 10 bis 15 Procent Wasser aus der Luft an.

1 Pfund Holzkohle erhitzt 73 Pfund Wasser von 0^0 bis zum Sieden und verdampft 13,27 Pfund.

c. Torf.

Die verschiedenen Arten dieses Brennstoffes sind von sehr verschiedener Güte; oft lohnt der Torf kaum das Stechen und Trocknen, oft aber ist er noch besser als Holz. Mehr als bei allen Brennstoffen kommt es bei ihm auf gute Trocknung an, und man ist genöthigt, ihn zu dörren und sogleich zu gebrauchen, wo er starke Hitze geben soll, z. B. bei der Eisenfabrikation. Es erwärmt durchschnittlich 1 Pfund Torf 30 Pfund Wasser zum Sieden, und verdampft 5,45 Pfund. Es enthält 2 bis 30 Procent Asche, ist aber im letzteren Falle kaum mehr brauchbar. Neuerdings gebraucht man an einzelnen Stellen den Torf in einer für die Industrie besser als bisher vorbereiteten Form, derjenigen des Preßtorfes, welcher, trocken gehalten, vortreffliche Resultate liefern kann (vergl. 121). Man soll ihm aber nicht die Plattenform, $145^{mm} + 92^{mm}$ von verschiedener Dicke geben, sondern ihn kugel- oder wenigstens linsenförmig darzustellen suchen. Denn diese Form macht ihn auf dem Roste sperriger, also günstiger für den Luftdurchgang und die Entzündung. Dieses gilt auch für die in ähnlicher Art gepreßte Braunkohle.

Eine andere, weniger kostspielige Vorbereitung des Torfs ist die nachfolgend beschriebene. Die Masse wird in beliebiger Form gestochen, in einem sogenannten Thonschneider zerrissen, gemengt und aus diesem in Ziegelform ausgestoßen, dann zum Trocknen aufgestellt. Wegen stattgefundener Zerstörung aller wasserhaltenden Röhrchen trocknet dieser Torf sehr rasch und wird besonders fest.

Torf aus größeren Tiefen wird mittelst der bewährten Brosowsky-Stechmaschinen gehoben.

d. Braunkohle.

Von dieser können die meistens vorkommenden erdigen Sorten durchschnittlich dem Torf von mittlerer Qualität in Betreff der Leistungen gleichgestellt werden.

Die reine Pechkohle (Steiermark, Bayern) stellt sich besten Steinkohlen gleich. Die holzartigen Braunkohlen (Lignite) erreichen und übersteigen wohl auch die Leistungen des Holzes.

Da die Braunkohlen beim Lagern und Trocknen sehr zerfallen, so verwendet man sie vorzugsweise bald nach der Förderung, also mit ihrem reichlichen Wassergehalte. Dann aber auch wird sie durch Erhitzung und Pressung in den Zustand großer Dichtheit, Trockenheit gebracht und so ein Heizmaterial für Wohnräume.

Braunkohlen mit vieler Asche und dazu einen Feuchtigkeitsgehalt bleiben gewöhnlich wie fast alle Torfsorten Brennstoffe für nächste Umgebung der Fundorte. Indessen werden sie auch auf Wasser- oder Eisenstraßen verfahren, wenn große Industrien auf sie angewiesen sind. Die Treppenroste machen sie gut verwendbar und ihr Verbrauch auf Planrosten mit $1/3$ bis $1/4$ an Steinkohlen zeigte sich auch günstig; günstiger als reine Braunkohle und als Steinkohle allein verwendet.

e. Steinkohlen.

Diese werden eingetheilt in Back-, Sinter- und Sandkohlen, je nach dem sie nämlich blasige, gefrittete oder pulverförmige Koke geben. Die backenden Kohlen haben durch vorwiegenden Wasserstoffgehalt die Eigenschaft, nach welcher sie benannt werden, und sind auch diejenigen Kohlen, welche man zur Gasbeleuchtung benutzt. 1 Pfund Steinkohle mittlerer Qualität erhitzt 60 Pfund kaltes Wasser (von 0^0 bis 100^0); es verdampft 10,90 Pfund.

Der Aschengehalt ist sehr verschieden; bei westphälischen Kohlen circa 10 Proc., bei Saarkohlen circa 18 Proc.

Die wirkliche Verdampfkraft ohne Mitreißen von tropfbarem Wasser ist

für beste Steinkohlen	1 Pfund	= 7 bis 9 Pfund Wasser	von 50°
„ mittlere	„	6 „ 7 „	„
„ schlechte	„	4 „ 6 „	„

Langes Lagern schadet den Kohlen, wenn auch nicht in dem Maße wie schlesische Versuche darthun.

1 Pfund Koke erhitzt 65 Pfund Wasser auf 100°; so daß sich deren Heizkraft zu derjenigen der Steinkohlen verhält wie 65 : 60 oder wie 13 : 12.

Nach den Untersuchungen des Gewerbevereins im Großherzogthum Hessen stellt sich der Brennwerth dem Gewichte nach fest für:

Steinkohle zu 250, Holz zu 100, guten Torf zu 96.

Gemäß anderer Mittheilung sind:

100 Pfund gutes lufttrocknes Buchenholz

= 141 Pfund Wetterauer Braunkohlen; erdige Braunkohle mit 18 bis 22 Procent Asche;
= 50 „ Ruhrer Steinkohlen;
= 110 „ Maintorf mit 8 bis 10 Procent Asche.

22 Centner jener erdigen Braunkohlen werden gleichgeachtet einem Stecken (darmstädtisch) = 1654 Pfund Buchenholz.

Die großherzoglich badische Militairverwaltung setzt unter einander an Heizkraft gleich:

0,2546 bad. Klafter oder 47,11 Scheit oder 916 2/3 Pfd. hartes Holz;
0,3427 „ „ „ 63,40 „ „ 916 2/3 „ weiches Holz;

100 Steine oder 916 2/3 Pfund Torf.

458,3	Pfund	Ruhrorter	Steinkohlen.
551,6	„	St. Ingberter	
551,6	„	Saarer	
551,6	„	Offenburger	
652,9	„	Berbacher	
652,9	„	Wellesweiler	
652,9	„	Offenburger Steinkohlen-Grieskuchen.	

Dem Gewichte nach wurde gewöhnlich im Brennwerthe gleichgestellt:

10	Theile guter Steinkohlen, mit
18	Theilen guter Braunkohlen, mit
25	„ lufttrocknem Holz oder gutem Torf, mit
35	„ leichtem Torf oder Lohkuchen.

Dem Volumen nach werden gleichgestellt im Brenneffekte:

10	Theile guter Steinkohlen (85 Pfund pr. Scheffel) mit:
30 — 40	Thln. Braunkohlen, mit
50	„ trocknem, ungepreßtem Torf, mit
56	„ lufttrocknem Holz.

Die Berichte von Dr. Brix (preußische) und E. Hartig (sächsische) über Brennmaterialien und deren Effekte mögen zu specieller Kenntnißnahme empfohlen sein. Aus erstem Werke geben wir eine Tabelle und fügen ihr die allgemein und für die Praxis recht niedrig gehaltene also sichere von Jentsch hinzu.

Uebersicht der mittleren Werthe für den nutzbaren Heizeffect verschiedener Brennmaterialien.

Benennung des Brennmaterials.	Mittler Wassergehalt in Procenten	Verkehrs-Einheit: Benennung	Verkehrs-Einheit: Gewicht in Pfunden	Nutzbarer Heizeffect: 1 Pfund des trocknen Materials	Nutzbarer Heizeffect: 1 Pfund (bei mittl. Wassergehalt)	Nutzbarer Heizeffect: 1 Klafter od. 1 Tonne (bei mittl. Wassergehalt)
Kiefernholz, alte Stämme	15	Klafter zu 108 Cubikfuß	2650	5,11	4,19	11 103
" jüngere Stämme	15		2500	4,68	3,83	9 575
Elsenholz	15		2335	4,67	3,82	8 920
Birkenholz	15		2780	4,59	3,75	10 425
Eichenholz	15		3125	4,58	3,74	11 688
Rothbuchenholz	15		3100	4,45	3,63	11 253
Weißbuchenholz	15		3100	4,48	3,66	11 346
Linumer Stichtorf, I. Sorte	25	Klafter zu 138,4 Cubikfuß	3300	5,22	3,66	12 078
" " II. "	25		2800	5,16	3,62	10 136
" " III. "	25		2200	5,07	3,65	8 030
Braunkohlen, böhmische	28	Tonne zu 4 Scheffeln	296	5,84	3,92	1 160
" Perleberger, gelagert .	24		267	5,80	3,96	1 057
" " frisch gefördert	46		285	5,76	2,65	755
" von Grube Goldfuchs .	48		286	5,55	2,41	690
" Rauerer Stückkohlen . .	50		300	5,50	2,25	675
" " geformte Staubk.	29	100 Stück	166	5,95	2,50	415
Kiefernholzkohle	10	Tonne von 3 Scheffeln	64	7,93	7,04	448
Torfkohle von Elliot	5		125	7,50	7,08	885
Coaks von Königsgrube	5	Tonne von 4 Scheffeln	230	7,84	7,40	1 702
Englische Steinkohle	3		391	7,82	7,56	2 957
Wettiner Steinkohle	3		384—398	7,71—8,10	7,45—7,83	2965—3007
Waldenburger Steinkohle	3		361—374	7,42—8,05	7,13—7,78	2635—2855
Oberschlesische Steinkohle	3		347—370	6,65—8,00	6,42—7,73	2321—2864
Saarbrücker Steinkohle	3		336—388	7,06—8,23	6,82—7,95	2486—2891
Wormer bei Aachen Steinkohle . .	3		378	7,32	7,10	2673
Essener Steinkohle	3		389	7,77	7,50	2940
Bochumer Steinkohle	3		372—396	8,45—7,90	7,63—8,16	2838—3199

Tabelle über die Verdampfkraft einiger Brennmaterialien.

Art des Brennstoffs	1 Pfund Brennstoff erzeugt die angeführte Anzahl Pfunde Dampf
Reine Koke	7 Pfund
Steinkohlen bester Qualität, 2 Proc. Asche	7 „
Gute Steinkohlen, 10 Proc. Asche	6 „
Gewöhnliche Steinkohlen, 20 Proc. Asche	5 „
Beste Braunkohlen	3 „
Ordinäre Braunkohlen	1½ „
Vollkommen trocknes Holz	3½ „
Lufttrocknes Holz	3 „
Bester Torf	3 „
Ordinärer Torf	1½ „

C. Ueber Dampfbildung.

Wasser verdunstet an der freien Luft bei jeder Temperatur; bei höherer Temperatur stärker als bei geringer; bei der Verdunstung verwandelt sich das tropfbar flüssige Wasser in den gasförmig flüssigen Wasserdunst.

Bei einer gewissen Erwärmung stellt sich das Kochen oder Sieden ein; man sieht dabei Blasen in der Flüssigkeit aufsteigen und sich an der Oberfläche zertheilen; dies ist Wasserdampf. Er wird sichtbar, weil er, in die umgebende Luft aufsteigend, an Wärme verliert, wodurch sich feine, sichtbare Wasserbläschen bilden.

Der Grad der Erwärmung des reinen Wassers, bei welchem unter mittlerer Barometerhöhe das Sieden desselben beginnt, der Siedepunkt desselben, ist bei dem Thermometer nach Réaumur mit 80°, bei Celsius (100theil. Therm.) mit 100° und bei Fahrenheit mit 212° bezeichnet.

Sieden im Allgemeinen heißt Dämpfe bilden, die mit der Umgebung, in der es geschieht, gewöhnlich der atmosphärischen Luft, gleiche Spannkraft haben. Bei geringerem Luftdrucke, in verdünnter Luft, z. B. unter der Glocke der Luftpumpe, in dem Pulshammer, auf hohen Bergen findet das Sieden früher statt als an der atmosphärischen Luft; in komprimirter Luft dagegen später. Wird das Wasser in einem offenen Gefäß immer mehr erhitzt, so wird zwar das Sieden heftiger, die Zahl und Masse der Dampfblasen größer; aber in keinem Falle wird das Wasser heißer als 100° (80°, 212°). Alle zugeleitete Wärme geht an den entweichenden Dampf, der, um als Dampf bestehen zu können, eine große Menge davon bedarf. Dieser Dampf vertheilt sich in die umgebende Luft, ohne aber deren Dichtigkeit vermehren zu können.

Die Kraft des Dampfes, womit er den Druck, welcher auf der siedenden Flüssigkeit ruht, überwindet und vermöge welche er gegen die Wände einschließender Gefäße drückt, nennt man die Spannkraft, Spannung, Expansivkraft, auch Elasticität des Dampfes.

Da die Spannkraft des beim Sieden bei 100° gebildeten Dampfes gleich der der atmosphärischen Luft ist, so folgt, daß auch dieser, wie die Luft im Barometer, eine Quecksilbersäule von 28,01 pariser Zoll = 28,98 preuß. Zoll = 760^{mm} tragen kann, und daß er auf jeden preuß. □Zoll mit annähernd 14 (genauer 14,13) Zollpfund drückt*). Jene Quecksilberhöhe von 760^{mm} entspricht einer Wasserdruckhöhe von 10,325^{m} und gibt auf den □Centimeter 1,0325 Kilogramm oder 2,065 Zollpfund Druck.

1 Raumtheil Wasser liefert 1696 Raumtheile Dampf von der Spannung der Atmosphäre oder atmosphärischen Dampf. Für nicht

---

*) Eine königl. preuß. Ministerial-Verordnung setzt fest, daß für die Konzessionsgesuche u. dergl. die Zahl 14 gebraucht werden solle.

allzu genaue Rechnungen kann man (mit Watt) annehmen, daß 1 Kubikzoll Wasser 1 Kubikfuß Dampf von einer Atmosphäre Spannung giebt.

Demnach steht solcher Dampf in Hinsicht der Dichtigkeit

zum Wasser = 0,000589 : 1,

zur Luft = 58948 : 94544 = 5 : 8.

Die Dichtigkeit des atmosphärischen Dampfes ist also nur $^5/_8$ von der der Luft.

In fest verschlossenen Gefäßen kann dagegen das Wasser bis zu jeder Temperatur erhitzt werden, ohne zu sieden. Denn durch die fortwährende Verdunstung und Verdampfung nimmt die Spannung so zu, daß die sich entwickelnden Dämpfe mit dieser Spannung nicht gleich stark werden können.

Bei 100° Temperatur sind Dichtigkeit und Spannung des in einem verschlossenen Gefäß erzeugten Dampfes gleich denen des Dampfes, der unter gewöhnlichem Luftdrucke erzeugt ist.

Durch fortgesetzte Erwärmung wird der Dampf immer dichter und gespannter; bei 122° drückt er schon doppelt, bei 135° dreimal, bei 145° viermal so stark, als die atmosphärische Luft. Dann hat man auf jeden □ Zoll der inneren Wand 4 × 14 = 56 Pfund Druck, auf jeden □ Zoll der äußeren Wand den Druck der Luft mit 14 Pfund.

Solcher Dampf ist immer *gesättigter*, d. h. er befindet sich in dem Zustande der größten Dichtigkeit; er hat so viele Wassertheile aufgenommen, als bei der bestehenden Temperatur aufzunehmen möglich ist. Steigt die Temperatur, so wird mehr Wasser aufgenommen, fällt sie, so geht ein Theil des Dampfes in den tropfbaren Zustand, in Wasser, wieder zurück. Dabei nimmt die Spannkraft ab. Sie beträgt z. B. bei 0° nur noch 2‴ Quecksilbersäule, allein seine Dichtigkeit und Spannkraft entspricht immer der Temperatur.

Anders verhält es sich, wenn ein bloß Dampf enthaltendes Gefäß noch mehr erhitzt wird. Der Dampf wird dann heißer, ohne daß er mehr Wasser aufnehmen kann; seine Dichtigkeit bleibt unverändert, und er ist nicht mehr gesättigt. Dieses ist *überhitzter Dampf*.

Der Dampf verlangt zu seiner Bildung und zu seinem Bestehen eine große Menge von Wärme. Nach einem physikalischen Gesetze

nimmt ein Körper Wärmestoff auf, wenn er in einen dünneren leichteren (Aggregat-) Zustand übergeht. Die Versuche zeigen uns, daß das Wasser, um in den leichteren Zustand des Dampfes übergehen und darin bleiben zu können, 650 Wärmegrade aufnimmt, während nur 100° fühlbar und meßbar sind. Demnach enthält 1 Pfund Dampf nahe $6^1/_2$mal so viel Wärme als 1 Pfund Wasser, wenn beide die gleiche Temperatur von 100° zeigen. Wenn von solchem Dampfe 1 Pfund mit $5^1/_2$ Pfund Wasser von 0° zusammengebracht wird, so erhitzt sich dieses auf 100°. Ein Pfund Wasser von 0° zum Kochen zu erhitzen, erfordert 100 Wärmeeinheiten; ein Pfund Wasser aber zu verdampfen, verlangt noch 550 Einheiten mehr.

(Man vergleiche hierüber Nachtrag B., wo die Erwärmungsfähigkeit von 0 bis 100° und die Verdampfungsfähigkeit für die verschiedenen Brennstoffe angegeben ist.)

Diesen Wärmegehalt des Dampfes nennt man latente oder gebundene Wärme; die andere, durch Instrumente meßbare nennt man freie, sensible Wärme. Man nimmt an, daß die Summe der latenten und freien Wärme für Dampf von jeglicher Spannung dieselbe Größe habe, nämlich 650° Celsius, 520° Reaumur, 1170° Fahrenheit. Demzufolge hat Dampf von hoher Temperatur mehr freie, aber weniger gebundene Wärme; oder die gebundene ist zum Theil frei geworden, z. B. Dampf von 145° würde 650 — 145 = 505° gebundene und jene 145° freie Wärme haben, während Dampf von 100° 550° gebundene und 100° freie hat.

Ta

über die Spannkraft, den Druck, die Dichtigkeit und das Gewicht des dem Wasser entwickelten

Preußisches und Meter-Maß,

Temperatur nach Celsius	Spannkraft des Dampfes			Druck des Dampfes	
	Atmosphären	Quecksilbersäule		auf 1□Zoll in Pfunden	auf 1□Centimeter in Kilogrm.
		preuß. Zolle	Millimeter		
a	b		c		d
0,0	0,006	0,174	5,06	0,08	0,0069
5,0	0,009	0,261	6,94	0,13	0,0094
10,0	0,012	0,348	9,47	0,17	0,0129
15,0	0,017	0,493	12,8	0,24	0,0170
20,0	0,023	0,667	17,3	0,32	0,0235
25,0	0,031	0,898	23,1	0,44	0,0314
30,0	0,042	1,217	30,6	0,59	0,0418
35,0	0,055	1,594	40,4	0,78	0,0549
40,0	0,072	2,087	53,0	1,02	0,0720
45,0	0,094	2,724	68,8	1,33	0,0934
51,0	0,123	3,623	93,3	1,76	0,127
66,0	0,252	7,246	191	3,53	0,260
82,0	0,50	14,492	382	7,05	0,519
92,0	0,75	21,738	567	10,58	0,770
100,0	1,00	28,984	760	14,10	1,0325
106,6	1,25	36,230	950	17,63	1,29
112,4	1,50	43,476	1140	21,15	1,55
117,1	1,75	50,722	1330	24,68	1,81
121,5	2,00	57,968	1520	28,20	2,07
125,5	2,25	65,214	1710	31,73	2,32
128,8	2,50	72,460	1900	35,25	2,58
132,1	2,75	79,706	2090	38,78	2,84
135,0	3,00	86,952	2280	42,30	3,10
140,4	3,50	101,444	2660	49,35	3,61
145,0	4,00	115,936	3040	56,40	4,13
149,1	4,50	130,428	3420	63,45	4,65
153,3	5,00	144,920	3800	70,50	5,16
160,0	6,00	173,904	4560	84,60	6,20
166,5	7,00	202,888	5320	98,70	7,23
172,1	8,00	231,872	6080	112,80	8,26
177,4	9,00	260,856	6840	126,90	9,29
182,0	10,00	289,840	7600	141,00	10,32

belle

Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen, sowie über die aus Dampfmengen.

Zollgewicht, Kilogramm.

Dichtigkeit oder specifisches Gewicht für Wasser = 1	Gewicht des Dampfes		Dampfmenge aus		
	von 1 Kubikfuß in Pfunden	vom 1 Kubikmeter in Kilogrm.	1 Vol. Wasser Vol. Dampf	1 Pfund Wasser Kubikfuß	Kubikmeter
e		f	g	h	i
0,00000540	0,00033	0,0054	182323	2953	91,161
727	0,00045	0,0073	137488	2227	68,744
974	0,00060	0,0097	102670	1663	51,335
0,00001299	0,00080	0,0130	77008	1247	38,504
1718	0,00106	0,0172	58224	943	29,112
2252	0,00139	0,0225	44411	719,3	22,205
2938	0,00180	0,0294	34041	551,3	17,020
3809	0,0023	0,0381	26253	425,3	13,126
4916	0,0030	0,0492	20347	329,5	10,173
6274	0,0039	0,0627	15938	258,0	7,969
8354	0,0052	0,0835	11971	193,8	5,985
0,00016356	0,010	0,1636	6114	99,2	3,057
31195	0,019	0,3129	3206	51,9	1,603
44956	0,028	0,4496	2224	36,2	1,112
58955	0,036	0,5896	1696	27,4	0,848
72390	0,044	0,7239	1381	22,3	0,690
85540	0,053	0,8554	1169	18,9	0,584
98324	0,061	0,9832	1014	16,4	0,507
0,0011165	0,068	1,1165	896	14,5	0,448
12329	0,076	1,2339	806	13,05	0,403
13664	0,084	1,366	732	11,85	0,366
14906	0,092	1,491	671	10,86	0,3355
16145	0,100	1,615	619	10,02	0,3095
18589	0,115	1,859	538	8,71	0,2690
21007	0,130	2,100	476	7,70	0,2380
23394	0,144	2,341	428	6,93	0,2140
25736	0,160	2,576	389	6,30	0,1945
30447	0,190	3,040	328	5,23	0,1640
34940	0,216	3,491	286	4,64	0,1430
39411	0,244	3,943	254	4,11	0,1270
43811	0,270	4,386	228	3,69	0,1140
48169	0,298	4,823	208	3,37	0,1040

Bemerkungen zu vorstehender Tabelle.

Zur raschen und richtigen Auffindung der metrischen Spalten dienen deren Bezeichnungen auf dunkel schattirtem Grunde.

In Spalte a gehen die Grade von 45 ab nicht mehr mit 5 steigend, sondern es leitet von hier ab Spalte b beginnend mit 0,123 oder $^1/_8$ Atmosphäre und schreitet fort in Bruchtheilen und Ganzen der Atmosphäre.

Soll die Spannkraft des Dampfes Spalte c in Wassersäulen gefunden werden, so sind die Zahlen der Zolle, der Millimeter mit 13,58 (dem specifischen Gewichte des Quecksilbers) zu multipliciren.

In Spalte d sind die Druckzahlen in Kilogrammen (= 2 Zollpfund) pro □Centimeter angegeben, wie es Wissenschaft und Praxis schon lange gethan hat, auch in der Folge wohl thun wird. Man ersieht in dieser Spalte, daß die Zahl der Kilogramme nahezu correspondirt mit derjenigen der Atmosphären in Spalte b, und man darf also setzen für jede Atmosphäre 1 Kilogramm pro □Centimeter. Dieses ist nahe übereinstimmend mit der in Preußen bestehenden Abrundung von 14,1 Pfund auf 14 Pfund pro □Zoll.

Spalte h ist aus Spalte a gebildet durch Division mit 61,74 gleich der Zahl Zollpfunde eines Kubikfußes Wasser.

Spalte i entstand aus Spalte g, deren Zahlen man durch 2000 dividirt hat, da das Volum von 1 Pfund Wasser = $^1/_{2000}$ Kubikmeter ist. In Spalte i ist das Pfund Wasser zu Grunde gelegt; man erhält die Dampfmenge aus 1 Kilogramm durch Verdoppelung der Zahlen jener Spalte.

Die gegen früher vervollständigte Tabelle gestattet es, die meist benöthigten Zahlen bezüglich des Wasserdampfes in ihr direkt abzunehmen. Ihre Verwendbarkeit zu anderen Ermittelungen möge durch die nachfolgenden Beispiele dargethan werden.

1) Wenn Dampf von 112,4° auf 30° abgekühlt wird, wie viel geht davon in Wasser über und wie viel bleibt als Dampf von 30° zurück?

Die Gewichtsmengen verhalten sich wie ihre Dichtigkeiten, man hat also

$$0{,}00085540 : 0{,}00002938 = 1 : x.$$

$x = 0{,}034$, d. h. $^{34}/_{1000}$ des Dampfes bleiben übrig und $^{966}/_{1000}$ sind in Wasser übergegangen.

2) Wie viel Wasser von 5° Wärme bedarf man, um Dampf von 100° in Dampf von 30° zu verwandeln?

Der Dampf von 100° enthält 650° Wärme, die, um auf 30° heruntergebracht zu werden, 620° verlieren muß. Das Wasser wird nur von 5° bis 30°, also 25° erwärmt, und man wird $\frac{620}{25} =$ $24\,^4/_5$ mal so viel Wasser bedürfen, als Dampf kondensirt werden soll.

3) Wenn Wasser von 15° zum Sieden gebracht werden soll durch Dampf von 100°, wie viel gebraucht man davon?

Der Dampf enthält 650° Wärme und er kann, um selbst noch 100° heiß zu bleiben, $650 - 100 = 550°$ abgeben; und da das Wasser, um von 15° bis auf 100° zu kommen, 85° bedarf, so wird man mit jenem Dampf $\frac{550}{85} = \frac{110}{17}$ Theile des Wassers erwärmen können, oder: 17 Theile Dampf bringen 110 Theile Wasser zum Sieden.

Man erhält dabei nun $110 + 17 = 127$ Theile siedendes Wasser.

D. Ueber Hubzählung mittelst des Pendels.

Zur leichten und genauen Beobachtung der Geschwindigkeit einer Maschine leistet ein im Maschinenlokal aufgehängtes Pendel — eine Bleikugel am dünnen gezwirnten hänfenen Faden — gute Dienste. Die Länge des Fadens vom Aufhängepunkte bis in die Mitte der Kugel kann leicht so gewählt werden, daß das Pendel dieselbe Zahl einfache Schwingungen macht, als die Kolbenstange den Weg oder Hub durchläuft. Bei großen Maschinen, die wenige Hübe per Sekunde machen, läßt man das Pendel doppelt oder dreimal so rasch gehen, wobei immer noch leicht und sicher beobachtet werden kann.

Die in umstehender Tabelle verzeichneten Pendellängen gelten für die geographische Breite von Paris, also für 48° 50′ 2,4″ nördl.

Breite. Obwohl nun für andere Breitengrade die Pendellängen etwas anders sind, so thut dieses doch zu wenig, als daß in diesem Falle der Praxis davon Anwendung gemacht zu werden brauchte.

Wenn die Länge des Sekundenpendels in Paris = 1,0000 gesetzt wird, so ist dieselbe für:

Wien (48° 12′ 46,8″) = 0,99987
Gotha (50° 58′ 1,2″) = 1,00006
Petersburg (59° 56′ 24″) = 1,00101.

Zahl der Kolbenhübe.	Zahl der Pendelschwingungen.	Länge des Pendels.	
		Meter.	Preuß. Zoll.
31	62	0,930	35,56
30	60	0,994	38,01
29	58	1,063	40,65
28	56	1,141	43,63
27	54	1,227	46,92
26	52	1,323	50,50
25	50	1,431	54,72
24	48	1,552	59,34
23	46	1,691	64,66
22	44	1,848	70,66
21	42	2,028	77,55
20	40	2,234	85,50
19	38	2,477	94,71
18	36	2,760	105,54
17	34	3,094	118,31
16	32	3,493	133,57
15	30	3,974	151,99

E. Betriebskosten einer zwölfpferdigen Hochdruck-Dampfmaschine.

Es sind hier 300 Arbeitstage zu 11 Stunden wirkliche Arbeitszeit gerechnet, auch alle Sätze hoch genommen, um jeder Unterschätzung der Kosten zu begegnen.

1)	Von mittelguter Qualität Kohlen bedarf die Maschine per Pferd und Stunde $9\frac{1}{2}$ Zollpfund, das macht per Tag 1254 oder, die Tonne à 4 Scheffel zu 400 Pfund gerechnet, $3\frac{1}{8}$ Tonne, d. i. fürs Jahr $937\frac{1}{2}$ Tonnen. Diese ergeben zum Preise von $\frac{7}{8}$ Thlr. per Tonne	820	Thlr.
2)	Instandhaltung der Maschine und Tilgung ihrer Anschaffung, gedeckt mit 10% des Maschinenpreises von 2500 Thlr.	250	„
3)	Oel, Fett, Hanf, Kitt, Farben	90	„
4)	Putzmaterial	12	„
5)	Hülfeleistungen durch besondere Arbeiter	15	„
6)	Dem Maschinenwärter	200	„
7)	5% Zinsen der ganzen Maschinenanlage: Maschine, Gebäude, Schornstein, 4200 Thlr.	210	„
	Summa	1597	Thlr.

F. Tabelle für die Flächeninhalte und Umfänge der Kreise

für Durchmesser von 1 bis $10^3/_4$.

Durchmesser.	Flächeninhalt.	Umfang.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Umfang.
1,00	0,785	3,141	6,00	28,274	18,849
1,25	1,227	3,926	6,25	30,679	19,634
1,50	1,767	4,712	6,50	33,183	20,420
1,75	2,405	5,497	6,75	35,784	21,205
2,00	3,141	6,283	7,00	38,484	21,991
2,25	3,976	7,068	7,25	41,282	22,776
2,50	4,908	7,853	7,50	44,178	23,561
2,75	5,939	8,639	7,75	47,172	24,347
3,00	7,068	9,424	8,00	50,265	25,132
3,25	8,295	10,210	8,25	53,456	25,918
3,50	9,621	10,995	8,50	56,745	26,703
3,75	11,044	11,780	8,75	60,132	27,488
4,00	12,566	12,566	9,00	63,617	28,274
4,25	14,186	13,351	9,25	67,200	29,059
4,50	15,904	14,137	9,50	70,882	29,845
4,75	17,720	14,922	9,75	74,661	30,630
5,00	19,634	15,707	10,00	78,539	31,415
5,25	21,647	16,493	10,25	82,515	32,201
5,50	22,758	17,278	10,50	86,590	32,986
5,75	25,967	18,064	10,75	90,762	33,772

Die Umfänge und Inhalte über 10 hinaus finden sich mit Hülfe dieser Tabelle leicht, indem man festhält, daß sich:

a) die Umfänge zweier Kreise verhalten wie ihre Durchmesser;

b) die Inhalte zweier Kreise dagegen, wie die Quadrate der Durchmesser.

Der Umfang eines Kreises, dessen Durchmesser doppelt so groß ist als der eines bekannten Kreises, ist also doppelt so groß als der Umfang des bekannten.

Der Inhalt eines solchen Kreises ist aber 4mal so groß; sie verhalten sich nämlich wie $1^2 : 2^2 = 1 : 4$. Z. B. der Umfang eines Kreises von $18 = 2 . 9$ Fuß, Zoll u. s. f. ist $2 \times 28{,}274 = 56{,}548$ Fuß, Zoll u. s. f. Der Inhalt $= 4 \times 63{,}617 = 254{,}469$ □Fuß, □Zoll u. s. f. Der Inhalt des Kreises von 18,5 ($18^1/_2$) = 4mal dem von $9^1/_4$, also $4 \times 67{,}200 = 268{,}800$ □Fuß, □Zoll u. s. f.

Für einen gegebenen Kreisdurchmesser findet man übrigens den Umfang, indem man den Durchmesser $\frac{22}{7}$ oder 3,14mal annimmt.

Soll ferner, was dem Praktiker oft vorkommt, aus dem Umfange der Durchmesser gefunden werden, so hat man den Umfang $\frac{7}{22}$ zu multipliciren.

Den Inhalt eines Kreises findet man, indem man den Durchmesser mit sich selbst und dann noch mit der Bruchzahl $\frac{11}{14}$ oder 0,785 multiplicirt.

Beispiel: Ein Kreis, dessen Durchmesser 0,9 Zoll ($^9/_{10}$ Zoll) ist, hat einen Flächeninhalt $0{,}9 \times 0{,}9 \times 0{,}785$ oder $\frac{9}{10} \times \frac{9}{10} \times \frac{11}{14} = \frac{891}{1400}$ oder 0,6358 □Zoll.

G. Vergleichung der hauptsächlichsten Maße.

a. Längenmaße.

Preuß. Fuß.	Engl. od. russischer Fuß.	Wiener Fuß.	Pariser Fuß.	Meter.
1	1,030	0,993	0,966	0,314
0,971	1	0,964	0,938	0,305
1,007	1,037	1	0,973	0,316
1,035	1,066	1,028	1	0,325
3,186	3,281	3,163	3,078	1

b. Flächenmaße.

Rheinländ. oder □Fuß.	Engl. od. russischer □Fuß.	Wiener □Fuß.	Pariser □Fuß.	Quadratmeter.
1	1,0603	0,9858	0,9335	0,098504
0,9431	1	0,9297	0,8803	0,092899
1,0143	1,0755	1	0,9469	0,099920
1,0712	1,1358	1,0560	1	0,105520
10,1519	10,7643	10,0070	9,4768	1

c. Körpermaße.

Rheinländ. oder preuß. Kubikfuß.	Engl. oder russischer Kubikfuß.	Wiener Kubikfuß	Pariser Kubikfuß.	Kubikmeter.
1	1,091812	0,978808	0,901933	0,030916
0,915884	1	0,896474	0,826066	0,028315
1,022651	1,115482	1	0,921419	0,031585
1,108729	1,210557	1,085233	1	0,034277
32,346038	35,316763	31,660532	29,173965	1

Ga. Maß- und Gewichts-System für den Norddeutschen Bund vom Jahre 1870 ab.

I. Längenmaße.

Neumeile	Kilometer	Kette (Decameter)	Stab (Meter)	Neuzoll (Centimeter)	Strich (Millimeter)
1	= 7½	—	—	—	—
	1	= 100	—	—	—
		1	= 10	—	—
			1	= 100	—
				1	= 10

II. Flächenmaße.

Hectar	Ar (□Kette)	□Stab (□Meter)	□Zoll (□Centimeter)	□Strich (□Millimeter)
1	= 100	—	—	—
	1	= 100	—	—
		1	= 10,000	—
			1	= 100

III. Körpermaße.

Kubikkette	Kubikstab (Kubikmeter)	Kubikneuzoll (Kubikcentimeter)	Kubikstrich (Kubikmillimeter)
1	= 1000	—	—
	1	= 1,000,000	—
		1	= 1000

Holz wird nach dem Kubikstab berechnet.

4 Kubikstab = 1 Neuklafter

3 neue Kubikstab = 97 alte Kubikfuß.

IV. Hohlmaße.

a. Flüssigkeitsmaße.

Faß (Hectoliter)	Kannen (Liter)	Schoppen
1	= 100	—
	1	2

4 Kannen sind circa = 3½ Quart oder 8 Kannen = 7 Quart.

b. Getreidemaße.

Neuscheffel (1/2 Hectoliter)		Kannen (Liter)
1	=	50

24 Kannen sind = 7 Metzen, 10 alte Scheffel sind circa 11 neue Scheffel.

V. Gewichte.

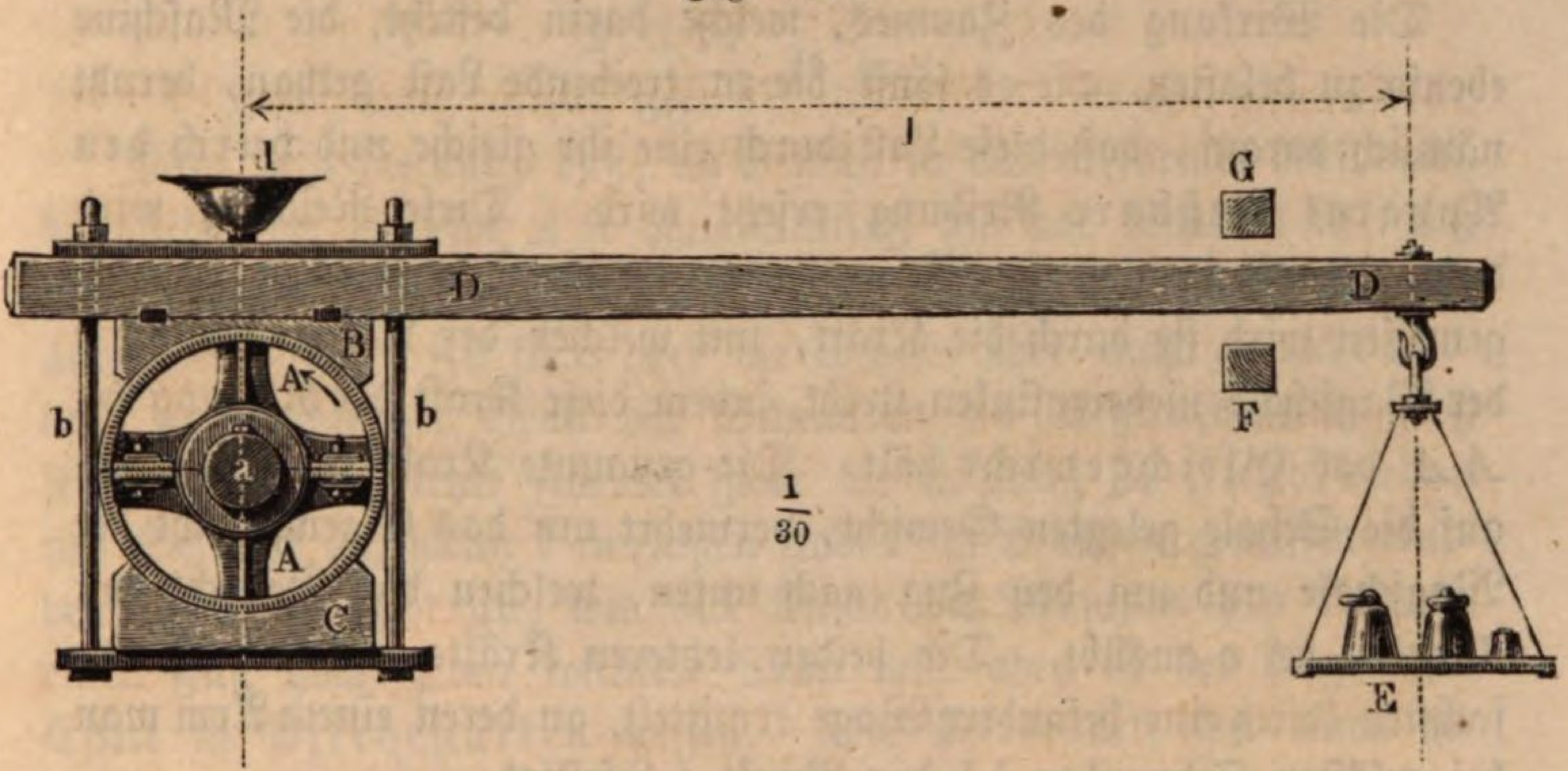
Tonne	Centner	Kilogramm	Pfund	Neuloth	Gramm	Decigramm	Centigramm	Milligramm
1	= 20	—	—	—	—	—	—	—
	1	= 50	—	—	—	—	—	—
		1	= 2	—	—	—	—	—
			1	= 50	—	—	—	—
				1	= 10	—	—	—
					1	= 10	—	—
						1	= 10	—
							1	= 10

H. Von der Messung des Effektes mittelst des Prony'schen Zaums.

Um die von einer Maschine während ihrer Thätigkeit entwickelte Leistung zu messen, bedient man sich besonderer Apparate, Dynamometer oder Kraftmesser genannt. Der am meisten gebräuchliche ist der Bremsdynamometer (dynamometrical break; frein dynamométrique) oder Prony'sche Zaum, so benannt nach seinem Erfinder, dem Baron von Prony. Fig. 326 zeigt diesen Apparat in einer Seitenansicht. *A A* eine zweitheilige, außen cylindrische Scheibe aus Gußeisen, über der Welle *a*, deren Effekt gemessen werden soll, zusammengeschraubt und auf derselben gut festgekeilt. *A A* ist zwischen zwei hölzerne Backen *B* und *C* eingeklemmt, und letztere sind mit dem Balken *D D* verbunden, der an seinem Ende eine Wagschale *E* trägt. *F* und *G* sind zwei seitlich befestigte Balken,

welche den Hub des Hebels *D* begrenzen. Die Anwendung des Zaums geschieht wie folgt. Will man die Leistung messen, welche

Fig. 326.



$\frac{1}{30}$

von einer Dampfmaschine oder einer anderen Kraftmaschine bei einer gewissen Umdrehungsgeschwindigkeit in die Welle *a* hineingeleitet wird, so befreit man diese zuerst von ihrer gewöhnlichen zu treibenden Last (durch Räder-, Riemen- oder Kupplungs-Auslösung) und bringt die Dampfspannung (oder den Wasserstand bei Wassermotoren) auf die normale Höhe; darauf setzt man die Maschine in Gang und zieht die Schrauben *b b* nach und nach so fest an, daß die Welle bei normal geöffnetem Dampfventil (oder Wasserzuflußkanal) die verlangte Zahl von Umdrehungen pro Minute macht. Vorausgesetzt, daß sich *a* in der Richtung des Pfeiles drehe, wird dann der Hebel *D* an den oberen Fangbalken angedrückt sein. Hierauf wird die Wagschale so lange mehr und mehr belastet, bis der Hebel, unter Erhaltung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle, fortwährend horizontal liegt, also weder an *F* noch an *G* anschlägt. Durch Anziehen und Nachlassen der Schrauben *bb* und versuchsweises Belasten der Wagschale *E* erhält man nach und nach dieses Resultat. Während dieser Probe müssen, zur Verhütung einer übermäßigen Erhitzung, die Scheibe *A A* und die Bremsbacken *B* und *C* stets abgekühlt werden, zu welchem Ende durch den Trichter *d* fortwährend Seifenwasser nachzugießen ist. Ist die Probe in der beschriebenen Art mit

Vorsicht und Genauigkeit der Beobachtung geschehen, so kann die Leistung, welche während der Probe in die Welle eingeleitet wurde, leicht berechnet werden.

Die Wirkung des Zaumes, welche darin besteht, die Maschine ebenso zu belasten, wie es sonst die zu treibende Last gethan, beruht nämlich darauf, daß diese Last durch eine ihr gleiche und durch den Apparat meßbare Reibung ersetzt wird. Diese Reibung wird durch das Andrücken der Bremsbacken an die Scheibe AA erzeugt; gemessen wird sie durch die Kraft, mit welcher der Aufhängepunkt c der Wagschale niederzusinken strebt, indem diese Kraft der Reibung bei AA das Gleichgewicht hält. Die genannte Kraft ist gleich dem auf die Schale gelegten Gewicht, vermehrt um das Eigengewicht der Wagschale und um den Zug nach unten, welchen das Gewicht von D selbst bei c ausübt. Die beiden letzteren Kräfte werden am einfachsten durch eine besondere Wage ermittelt, an deren einem Arm man bei gelösten Schrauben bb den Punkt c befestigt.

Da die Belastung des Hebels bei der Probe der Reibung an der Scheibe das Gleichgewicht hielt, so kann man den durch die Reibung ausgeübten Druck, mit dem die Maschine am Umfange von AA gegen den Hebel wirkte, aus den gegebenen Größen finden. Ist dieser Druck nämlich $= K$ und der Halbmesser der Scheibe $= r$; ist ferner P der gesammte, bei c abwärts wirkende Druck, und l der Abstand des Punktes c von einer durch a gehenden Senkrechten, so hat man wegen des Gleichgewichtes: $K : P = l : r$, und demnach

$$K = \frac{P \,.\, l}{r}.$$

Die Leistung oder Arbeitstärke irgend einer Kraft, welche mit gleichförmiger Geschwindigkeit eine Arbeit ausübt, ist gleich dem Produkt aus dieser Kraft und der Geschwindigkeit ihres Angriffpunktes. Die Kraft K greift aber in einem Abstande r vom Wellenmittelpunkte an; ihr Weg bei einer Umdrehung ist somit $= 2 \,.\, 3{,}14 \,.\, r$, und, wenn pr. Minute n Umdrehungen gemacht werden, so ist der Weg pr. Sekunde, d. h. die Geschwindigkeit ihres Angriffpunktes $= \frac{2 \,.\, 3{,}14 \,.\, r \,.\, n}{60}$.

Hieraus findet man die Arbeitstärke der Maschine $= \frac{K \,.\, 2 \,.\, 3{,}14 \,.\, r \,.\, n}{60}$.

Setzt man hierin für K den oben gefundenen Werth ein, so erhält man die Arbeitstärke $= \frac{P.l.n.2.3,14.r}{60.r}$, oder, da sich r weghebt,

$$= \frac{2.3,14}{60}.P.l.n.$$

Man sieht hieraus, daß, da r nicht in dieser Formel vorkommt, die Größe der Scheibe AA ohne Einfluß auf das Resultat ist, daß man also bei dem Prony'schen Zaum eine beliebig große Scheibe anwenden kann. Zu klein darf die Scheibe aber nicht gemacht werden, weil sonst der Druck der Schrauben bb außerordentlich groß sein muß. Die letzte Formel giebt die Leistung in Fußpfunden pro Sekunde an, wenn l in Fußen und P in Pfunden gemessen wurden, d. h. sie giebt an, wie viel Pfund die Maschine pro Sekunde einen Fuß hoch heben konnte. Man will aber in der Regel den Effekt in Pferdestärken wissen. Die Pferdestärke hat einen bestimmten allgemein angenommenen Werth; man versteht unter derselben eine Leistung gleich der Hebung einer gewissen Gewichtmenge auf eine Höhe gleich der Längeneinheit in der Zeiteinheit. Da die beiden ersteren Maßeinheiten in verschiedenen Ländern verschieden sind, so ist der Ausdruck für die Pferdestärke (nicht deren Größe) nicht in allen Ländern der gleiche. Es ist eine Pferdestärke nämlich gleich einer Leistung von:

75 Kil. 1 Met. hoch pr. Sekunde	= 4500 Kil. 1 Met. hoch pr. Minute.					
510 Pfund alte preuß. 1 Fuß hoch	= 30640 Pfd. 1 Fuß hoch.					
480 Zollpfd. 1 preuß. Fuß hoch	= 28800 Zollpfd. 1 Fuß hoch.					
424 Pfund	1′ hoch	= 25420 Pfd.	1′	hoch	Wiener	Maß.
500 „	1′ „	= 30000 „	1′	„	schweizer	„
542 „	1′ „	= 32550 „	1′	„	engl.	„
560 „	1′ „	= 33600 „	1′	„	würtemb.	„

Um somit aus der letzten Formel eine zu bilden, welche Pferdestärken für preußisches Maß liefern soll, hat man sie durch 480 zu theilen, und erhält dann den Effekt

$$= \frac{2.3,14}{60.480}.P.l.n = 0,000218.P.l.n,$$

oder bequemer $= \frac{P.l.n}{4590}$,

wobei, um es nochmals zu wiederholen, P in Pfunden, l in Fußen angegeben sein muß.

Beispiel. Auf der Schwungradwelle einer Dampfmaschine sei nach Abhängung des gesammten Triebwerkes ein Prony'scher Zaum angebracht worden. Die Länge des Hebels betrage $10^1/_2$ Fuß; der Zug des Hebels im Aufhängepunkte der Schale sei = 69 Pfund gefunden worden; Gewicht der Schale = 14 Pfund. Die Maschine werde bei 40 Umdrehungen pro Minute probirt; die Belastung der Wagschale betrage dabei 143 Pfund, alles in preußischem Maß gemessen; wie groß ist der Effekt der Maschine in Pferdestärken?

Antwort. Die Kraft P betrug $69 + 14 + 143 = 226$ Pfund. l ist gleich 10,5 Fuß, $n = 40$; daher ist der gesuchte Effekt

$$= \frac{226 . 10{,}5 . 40}{4590} = 20{,}7 \text{ Pferdestärken.}$$

I. Angaben über den Kraftbedarf zu verschiedenen Fabrikationszweigen.

Bei den folgenden Angaben ist unter einer Pferdestärke der Werth zu verstehen, der in dem vorigen Nachtrage erklärt und für verschiedene Maßsysteme angegeben wurde. Für die einzelnen Maschinen gilt die Angabe für die rein auf die Arbeitsmaschine oder das Werkzeug übertragene Kraft; für Kraftverlust in den Transmissionen, den Wellbäumen, Rädern u. s. w. ist je nach der Ausdehnung und Vielheit jener Theile noch besonders zuzugeben. Der Fabrikant oder Unternehmer thut immerhin wohl, seine Kraftmaschine, den Motor, um $^1/_6$ bis $^1/_4$ stärker zu nehmen, als er anfänglich an Kraft zu verwenden gedenkt.

Bei den Dampfmaschinen hat man ein vorzügliches Mittel in der veränderlichen Expansion, um die Maschine mit geringerer oder größerer Kraftentwickelung gebrauchen zu können. Die Grade der Expansion, welche man heutzutage bei stationären Maschinen, aus vorzüglichen Maschinenfabriken hervorgehend, einrichtet, liegen zwischen $^1/_3$, $^1/_2$ und $^2/_3$ des Kolbenhubes.

Im Nachstehenden ist nach Möglichkeit die alphabetische Ordnung der Fabrikationen beibehalten.

Baumwollen-Spinnerei und -Weberei.

Die Baumwollenspinnerei erfordert einen außerordentlich gleichförmigen, ruhigen Gang der Transmission und der Dampfmaschinen oder Motoren. Man bedient sich bei denselben vorzugsweise der Woolf'schen und Corliß-Maschinen. Die Schwungräder werden zur vollständigen Ausgleichung der Kolbenwechsel sehr schwer gemacht. Neuerdings finden die Zwillings-Maschinen (siehe 187.) hier oftmals Anwendung; dieselben erhalten viel leichtere Schwungräder als die einfachen Maschinen. Hochdruckmaschinen und besonders solche mit bedeutender Expansion eignen sich wenig zum Spinnereibetrieb, werden wenigstens sehr selten dabei gefunden.

1 konischer Wolf liefert in 12 bis 13 Arbeitsstunden	2000 bis 2500 Pfd.
1 Schlagmaschine „ „ „ „ „ „ . . .	2000 „
1 Wickelmaschine „ „ „ „ „ „ . . .	1500 „
1 einfache Grob- oder Feinkarde „ . . .	25 „
1 doppelte Fein- oder Grobkarde „ . . .	42 „
1 Streckkopf liefert in 12 bis 13 Arbeitsstunden . . .	64 „

Kraftverbrauch:	Pferdestärken
1 konischer Wolf	3
1 Schlagmaschine mit 2 Schlägern und 1 Ventilator; 1 Schläger $^1/_2$, der Ventilator 2, zusammen . . .	3
1 Wickelmaschine mit 1 Schläger und 1 Ventilator . .	2
1 einfache Karde von 0,57^m Breite	0,13
1 Doppelkarde von 0,97^m Breite	0,22
1 Abfallkarde von 0,97^m Breite	0,29
1 Laminirkopf	0,041
1 Banc à broche-Spindel für Lunten von Nro. 0,5 bis 2	0,0085
1 „ „ „ „ „ „ „ „ 2 „ 6	0,0073
1 „ „ „ „ „ „ „ „ 6 „ 12	0,0063
1 Tube-Spindel	0,0238
1 Trostle-Spindel	0,0095
1 Mule-Jenny-Spindel	0,00228
1 Spindel im Selbstspinner	0,00333

Meunier hat durch Indikatorversuche in zehn großen Spinnereien den Kraftverbrauch ermittelt und für verschiedene Garnnummern, Maschinen- und Bausysteme gefunden, daß eine Pferdestärke bezüglich 100 bis 225 Spindeln entspreche. Das Nähere im Bulletin de la Soc. ind. de Mulhouse 1869 und daraus im Polyt. Centralblatt 1869, S. 1041.

Um täglich 100 Kilogramm (200 Pfund) Mule-Ketten-Garn zu spinnen, braucht man:

Für Nummer	An Pferdestärken	Anzahl der Spindeln für 1 Pferd	Preise der sämmtlichen Spinnmaschinen per 1 Mule-Spindel
10	3,229	112	$17\frac{1}{2}$ Thlr.
20	5,265	210	8 "
30	9,195	233	$5\frac{3}{5}$ "
40	12,678	280	$4\frac{4}{5}$ "
60	24,579	280	4 "
80	31,455	336	$3\frac{1}{2}$ "
100	43,033	374	$3\frac{1}{5}$ "
120	56,398	385	$3\frac{1}{5}$ "
140	69,104	400	$2\frac{14}{15}$ "

Transmission für alle Nummern per Spindel $2\frac{2}{15}$ Thlr. (8 Frcs.)
Kraftmaschine " " " " " $1\frac{1}{3}$ "
Die Gebäude " " " " " $2\frac{2}{3}$ "

Für die mechanische Weberei hat man die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Resultate gefunden:

Benennung der Maschinen	Anzahl der Maschinen für 100 Webstühle	Anzahl der Maschinen, um täglich 200 Pfund Garn von Nr. 30 bis 40 zu verweben	Betriebskraft in Pferden für eine Maschine
Webstuhl	100	88	0,10
Schlichtmaschine	3 bis 4	2,6 bis 3,5	0,70
Spulmaschine mit 144 Spindeln .	1	0,88	0,20
Zettel-Maschine	2	1,76	0,10

Zeugdruckerei und -Färberei.

Eine Druckerei von 250000 Stück Jahresproduction, das Stück zu circa 28^m Länge, braucht bei Anwendung guter Steinkohle:

16 bis 18 Dampfkessel mit circa 1000 □^{m} Heizfläche bei 4 Atmosphären Ueberdruck.

Davon absorbiren die 15 Druckmaschinen circa 330 □^{m}. Jede solche Druckmaschine (Rouleau) hat besondere Zwillingsdampfmaschine mit 0,21^m Kolbendurchmesser, 0,25^m Hub, die bei langsamem Gange 64, bei mittlerem 84 Hübe pro Minute machen.

Ein achtfarbiges Rouleau verlangt für diese Dampfzwillinge ziemlich vollen Druck; es hat 16 Dampfkästen von je 1,00^m Breite, 1,885^m Länge.

10 Waschmaschinen verschiedener Art sind im Betriebe.

1 Waschmaschine (Clapot), deren Arbeitswalze von 0,52^m Durchmesser 114 Touren pro Minute macht, braucht bis 6 Pferdestärken.

1 Kalk-Clapot braucht 3 Pferdestärken.

1 Säure-Clapot braucht 3 Pferdestärken.

1 Wringemaschine mit oberer Metall- und unterer Kokosfaser-

Walze braucht bei 32 Centner Pression der Walzen 3 Pferdestärken, liefert 170^m Zeug in der Minute.
1 Sprottauer Waschmaschine hat oscillirende Dampfmaschine von $0,17^m$ Kolbendurchmesser, $0,284^m$ Hub, die $2^1/_2$ Pferdestärken ergibt, und wäscht pro Minute circa 56^m Zeug.
5 Kalander von 2 bis 5 Pferdestärken Kraftverbrauch.
3 Trockenmaschinen mit zusammen 240 □^{m} Dampftrockenfläche der Walzen und $1^1/_2$ bis 3 Pferdestärken Kraftverbrauch.
8 Aufbäummaschinen zu je $^1/_4$ Pferdestärke.
2 Scheermaschinen zu je 1 Pferdestärke.
Zur Wasserbeschaffung sind unter günstigen Verhältnissen 8 bis 10 Pferdestärken verwendet.
Die Bleiche allein braucht 24 Pferdestärken.

---

1 Waschrad von 2^m Durchmesser bei 25 Umdrehungen pro Minute erfordert 2 bis $2^1/_2$ Pferdestärken.
1 Centrifugaltrockenmaschine 3 bis 5 Pferdestärken.
1 Indigomühle für 70 Pfund Indigo in 24 Stunden fein zu mahlen $^1/_2$ bis $^2/_3$ Pferdestärke.

Um 70000 Stück Nessel (oder circa 67000 Stück Nessel und 3000 Stück wollene Double) im Jahre zu färben, in meist dunkeln Farben, und zu appretiren bedarf man:
2 Dampfkessel à 47,5 □^{m} oder zusammen 95 □^{m} Heizfläche bei 3 Atmosphären Ueberdruck.
1 Dampfmaschine von 22 bis 25 Pferdestärken.
Es gehören dazu:
1 Sengofen, mit Steinkohlen gefeuert, oder
1 Gassengmaschine;
1 Farbholzraspel, die 6 Pferdestärken braucht und 40 Centner in 12 Stunden liefert;
das Trockenhaus, die Färberei, Stärkerei, die Appretiranstalt mit 2 großen Mangeln, wovon jede 3 Pferdestärken beansprucht;
5 Rauhmaschinen, 2 Scheermaschinen;
1 Wasserpumpe mit ergiebiger Leistung;
1 Fahrstuhl.

Bohrmaschinen, Werkzeuge zur Maschinen-Fabrikation.

Zum Ausbohren der Geschütze bedarf man 3 bis 4 Pferdestärken, wenn das Rohr 10 bis 12 Umdrehungen in der Minute macht.

Für das Ausbohren von Cylindern zu Dampfmaschinen, Gebläsen u. s. w. rechnet man 2 bis 3 Pferdestärken. Die Geschwindigkeit der Bohrstähle soll $6^1/_2$ Fuß in der Minute oder $1^1/_3$ Zoll pro Sekunde, 2 Meter in der Minute oder 35^{mm} in der Sekunde nicht überschreiten. Es ist rathsam, die letzte Bohrung noch langsamer geschehen zu lassen, und es soll diese auch wo möglich ohne die geringste Unterbrechung bis zu Ende durchgeführt werden.

Eine große Räderdrehbank, stärkste Späne schneidend, braucht bis $2^1/_2$ Pferdestärken.

Eine Bandagen-Biegmaschine bis 5 Pferdestärken.

Eine Ziehbank für Lokomotiv-Kesselröhren ebensoviel.

In Maschinenfabriken von einiger Ausdehnung rechnet man als Antheil an dem Kraftverbrauch des Triebwerkes für jedes Werkzeug bei leichter, rasch gehender zweckmäßiger Transmission $^1/_4$ Pferdestärke, bei weniger guter Transmission $^3/_{10}$ Pferdestärke.

Brennereien.

Brennereien brauchen für das Waschen und Heben der Kartoffeln, Pumpen des kalten Wassers, der süßen, der garen Maische, der Schlempe, Quetschen des Malzes, Ventiliren des Kühlschiffes bei raschem Betriebe 8, bei langsamem 6 Pferdestärken.

Mit ersterem können pro Tag bis 8 Wispel (105,6 Hectoliter) und bei Nachtarbeit 12 Wispel (158,4 Hectoliter) Kartoffeln verarbeitet werden.

Die kleinste Maschinen-Brennerei von 2 Wispel (26,4 Hectoliter) täglicher Verarbeitung braucht noch volle 4 Pferdestärken.

Gewöhnlich ist noch ein kleiner Mahl- oder Schrotgang zum zeitweisen Betriebe mit angelegt, in diesem Falle dann auch die Betriebskraft reichlicher genommen.

1 Wispel (2400 bis 2500 Pfund) Kartoffeln gibt bei concen-

trirter Maischung 1320 bis 1375 Quart Maische und daraus circa 165 Quart Spiritus zu 80 Proc. Das macht für

1 Hectoliter Kartoffeln 114 bis 118,7 Liter Maische.

Die Heizfläche des Dampfkessels berechnet man wie folgt:

für jeden Hectoliter der Maischung . . . . . 0,35 bis 0,40 □^m^
„ jede Pferdestärke der nothwendigen Dampfmaschine . 2,00 „

Diese Sätze vermehre man um 15 Proc., wenn nicht Steinkohlen, sondern Torf oder Braunkohlen gefeuert werden.

Eine Brennerei von (8 Wispel) 105 Hectoliter in 3 Maischungen à 35 Hectoliter braucht also:

35 . 0,35	= 12,25 □^m^	zum Dämpfen und Destilliren,
8 . 2	= 16,00 „	„ Maschinenbetrieb,
zusammen	28,25 „	für Steinkohlenbrand
und	32,5 „	„ Braunkohlenbrand.

Man wendet gewöhnlich Hochdruckmaschinen mit constanter Expansion auf $^2/_3$ des Hubes an. Der gebrauchte oder Maschinendampf dient zum Abtreiben, Destilliren der Maische, demgemäß die Destillationsapparate gut zu wählen sind. Gewöhnliche Pistorius'sche und niedere Colonnen-Apparate bereiten der Maschine nur geringen Gegendampf; dagegen steigt dieser bei hohen Colonnen-Apparaten und den continuirlich arbeitenden mit vielen Aufkochungen auf reichlich $^1/_3$ Atmosphäre.

Die Waschmaschine stehe über dem Kartoffelkeller, aus dem ein Trockenelevator die Kartoffeln hoch über die Waschmaschine hebt, auf einen Rost stürzt, der kräftige Trockenreinigung bewirkt. Der Steinscheider entfernt Steine, wäscht rein, die Trommel soll nicht im Wasser baden, sondern die Kartoffeln abtrocknen, sie dem naßgehenden Kettenelevator überliefern, der sie in die schmiedeeisernen, dichten Dämpfer bringt. Hölzerne Dampffässer sollten wegen der unvermeidlichen Dampfvergeudung nie mehr angewendet werden. Vorbrechwalzen, Quetschwalzen mit Hebeldruck, eiserner doppeltwandiger Vormaischbottich, Einteigbottich für's Malz, gußeiserne Kühlschiffe mit Windrad in der Mitte, handlichem Rührwerke sind fernere Erfordernisse guter Brennereien.

Die Dampfkessel sollen keinen knappen Wasserinhalt haben, im

Innern und in den Zügen überall und leicht zu reinigen sein, weil lange Stillstände unzulässig sind.

Getreidebrennereien erfordern für das Reinigen und Feinschroten des Getreides entsprechend starke Maschinen.

Insbesondere sind Maschinenstärke und Heizfläche des Dampfkessels zu vermehren, wenn die Dampfmaschine noch:

eine Dreschmaschine mit 2 bis 4 bis 8 Pferdestärken,
eine Häckselmaschine „ 1/2 „ 1 1/2 Pferdestärken,
einen Rübenschneider „ 1/2 Pferdestärke,

je nach der Größe der gewählten Arbeitsmaschinen und der dazu nöthigen Transmission betreiben muß. Hier ist in vielen Fällen der Drahtseiltrieb sehr zu empfehlen, indem derselbe gestattet, die Arbeitsmaschinen weit von der Kraftmaschine entfernt aufzustellen.

Eisenbereitung und -Verarbeitung.

Der Gichtenzug für einen mittleren Hohofen erfordert beständige 2 Pferdestärken, wenn die Materialien von der Hüttensohle bis zur Gicht, also auf die ganze Höhe des Ofens gehoben werden sollen. Für zwei große Hohöfen besorgt eine 8- bis 10pferdige Dampfmaschine, auf der Gichtbrücke aufgestellt, die Förderung der Materialien. Am meisten bedient man sich jetzt der Zwillingsmaschinen mit möglichst einfacher Umsteuerung.

Mit großem Vortheil wendet man den Wassergichtenzug, d. i. die Förderung mittelst herabsinkender Wasserkübel an, welche dabei den Gichtwagen oder Schlitten heben. Diese Kübel werden aus einem Behälter gefüllt, der durch eine der Pumpen an der Gebläsemaschine fortwährend gespeist wird. Diese regelmäßige Wasserhebung stört nicht den Gang des Gebläses durch eine momentane Belastung, die dann immer eintritt, wenn man den Gichtenzug nur von Zeit zu Zeit an die Gebläsemaschine anhängt. Auf Hüttenwerken, die sich der Wasserkraft bedienen und wo das Gefälle circa 20 Fuß und mehr beträgt, kann man die Kübel aus dem Gerinne des Oberwassers speisen.

Für jede in einer gewissen Zeit zu producirende Gewichtseinheit Roheisen sind für den Betrieb des Gichtenzuges eines Kokshohofens

mindestens 6 Gewichtseinheiten Wasser auf eine Höhe zu schaffen, welche die des Hohofens um mindestens 10 Fuß übersteigt, um nämlich eine rasche Füllung der Wassertonnen zu ermöglichen.

Jede Wasserform eines Kokshohofens bedarf 50 Kubikfuß, jede Wasserform eines Holzkohlenhohofens 20 Kubikfuß Wasser in der Stunde. Dieses wird entweder aus dem Gichtbassin oder einem anderen, mindestens 20 Fuß über den Formen liegenden Behälter entnommen.

Ein Hohofen nach belgisch-schottischem Muster von 14 Fuß Weite im Kohlensack, 8 Fuß Durchmesser an der Gicht und 48 Fuß Höhe producirt in 24 Stunden 38000 bis 42000 Pfund Roheisen zum Verfrischen bestimmt. Neuere Hohöfen von derselben Größe erzeugen bei verändertem Brennstoffverbrauch noch etwas größere Mengen Roheisen. Betriebskraft zum Cylindergebläse 80 bis 100 Pferdestärken. Sämmtlicher Dampf wird in Dampfkesseln über den Verkokungsöfen durch die Verkokung selbst erzeugt, und ist in der Regel immer reichlich vorhanden. Anlagekosten eines solchen Hohofens mit Zubehör circa 100000 Thaler.

Gebläsemaschinen.

Man bestimme das Gebläse so, daß es für mittelstarke Pressung ($1^1/_2$ Pfund Ueberdruck pro □Zoll) dem Hohofen pro Minute soviel Luft von atmosphärischer Dichte zuführen kann, als der räumliche Inhalt des ganzen Hohofenschachts beträgt. Das so gefundene Quantum erhöht man dann noch für Windverluste um $^1/_9$ oder $^2/_{17}$ seiner Größe.

Zahlreiche Beobachtungen haben ferner Folgendes ergeben. Eine nutzbare Pferdestärke liefert bei einem gut eingerichteten Cylindergebläse an mittelheißem Winde, reducirt auf atmosphärische Dichtigkeit:

Kubikfuß,	wenn die Pressung pro □Zoll	
90	2	Pfund
70	$2^1/_2$ bis $2^3/_4$	„
52	$3^1/_2$ „ $3^3/_4$	„
47	$4^1/_2$	„

Auf jede Tonne (20 Centner) in 24 Stunden zu erzeugenden Roheisens sind zum Gebläsebetrieb $4^1/_2$ Pferdestärken zu rechnen, und zwar bestätigt sich diese Annahme unter folgenden Voraussetzungen:

1) Gutartige Erze mit mindestens 40 Proc. Ausbringen;
2) Anwendung von heißem Wind von 300° C.;
3) möglichst ununterbrochener und regelmäßiger Ofengang;
4) zweckmäßige Konstruktion des Gebläses, insbesondere der Windleitung, und
5) sorgsamste Ausführung und Instandhaltung des Gebläses.

An die Maschinenbauer und Betriebsbeamten kann man in jetziger Zeit die Anforderung stellen, die Gebläsemaschinen so gut zu bauen und zu unterhalten, daß der Windverlust nicht über 10 bis 15 Proc. beträgt. Bis anhin haben dagegen ungenaue Ausführung und sorglose Ueberwachung der Gebläsemaschinen einen Windverlust von 20 bis 25 Proc. als nicht übertrieben, ja fast unvermeidlich erscheinen lassen.

Hinsichtlich der Konstruktion ist für ein gutes Gebläse Folgendes zu empfehlen. Annahme nur eines Blasecylinders; Kolbengeschwindigkeit nicht über $3^1/_2$ Fuß (pro Sekunde). Regulator 60mal so groß als das in der Sekunde gelieferte Windquantum. Windleitung so kurz als möglich und dabei von nicht geringerem Querschnitt als $^1/_{10}$ des Gebläsekolbenquerschnittes. Oeffnung der Saugventile so groß, daß die einströmende Luft nie mehr als 30 Fuß pro Sekunde zurücklegen muß. Oeffnung der Druckventile $^3/_4$ von derjenigen der Saugventile. Geringe Größe der Auflageflächen der Ventile. Die Kraftmaschinen für den Gebläsebetrieb müssen wie nicht viele andere den höchsten Anforderungen bezüglich guten Effektes und geringen Brennstoffverbrauches entsprechen; man hat also das beste System in solidester Ausführung zur Anwendung zu bringen. Bei Wasserkraft finden demnach gute Turbinen hier mehr und mehr Eingang. Von den Dampfmaschinensystemen muß dem des Hochdruckes mit Expansion vorzugsweise das Wort geredet werden, da die Maschinen nach diesem System guten Effekt geben und vermöge ihrer Einfachheit den erforderlichen ununterbrochenen Gang des Gebläses in hohem Grade sicherstellen. Die horizontalen Gebläsemaschinen bewähren sich auf die lange Dauer nicht. Dampf- und Gebläsecylinder sollten vorzugs-

weise stehend, nicht liegend, angeordnet werden. Dazu eignet sich die Anordnung mit Balancier vortrefflich. Man denke sich den Balancier in Fig. 194 über der Dampfseite verlängert und an dem verlängerten Theil außen den Dampfkolben wirkend, statt des gezeichneten Expansionscylinders den Windcylinder und den kleinen Cylinder weggefallen, so hat man die günstigst arrangirte Gebläsemaschine. Hier ist die Expansion und Condensation nun auch sehr gut ausführbar zu machen, wie es bei den besten neuen Maschinen auch in der That geschieht *). Zur Dampferzeugung sind Kessel von reichlicher Heizfläche zu verwenden; Reservekessel dürfen hier unbedingt nicht fehlen.

Die Heizung der Kessel erfolgt:

a) wie gewöhnlich mit Rostfeuer und irgend einem guten Brennmaterial;

b) mittelst der Hohofengase;

c) mittelst der Flamme aus den Koksöfen.

Die Feuerungsart unter a) ist gewöhnlich nur da im Gebrauch, wo die Dampfgebläse zur Reserve angelegt sind, ferner und ebenfalls zur Reserve bei Anlagen, die sich der Heizungsarten unter b) und c) bedienen.

Jeder Hohofen liefert bei zweckmäßiger Einrichtung des Gasfanges und unbeschadet des Hohofenbetriebes so viele brennbare Gase, daß die Kessel der Gebläsemaschinen damit vollständig gefeuert werden können. Ebenso ist es bei denjenigen Anlagen bestellt, die sich die Dämpfe auf die unter c) angeführte Art beschaffen. Hierbei ist aber vorauszusetzen, daß sämmtliche für den Hohofenbetrieb nöthige Koks auf der Hütte erzeugt werden und alle bei ihrer Bildung in den Oefen verwendbar werdende Wärme den Dampfkesseln zu gute komme. In beiden Fällen rechnet man 27 □Fuß (2,7 □ᵐ) Heizfläche für eine Pferdestärke.

Ein Feineisenfeuer bedarf zur Feinung von 100 Tonnen Eisen pro Woche bei $2\frac{1}{2}$ Pfund Windpressung 15 Pferdestärken für das Gebläse.

---

*) Mittheilungen von Gebläsemaschinen verschiedener Art sind in den Verhandlungen des Gewerbevereins in Preußen 1867 und Polyt. Centralblatt 1867 und 1868 enthalten.

Für Schlacken- und andere Pochwerke, überhaupt für die Stampfwerke, findet man den Kraftbedarf, indem man das Gewicht der Stempel mit der Hubhöhe in Fußen und der Zahl der Hübe per Minute multiplicirt und zu diesem Produkte noch:

a) dessen Hälfte fügt, wenn die Stempel Hebelatten haben,

b) davon $^1/_3$ zusetzt, wenn keine Hebelatten vorhanden und die Daumen nach der Abwälzungslinie gerundet sind.

Stabeisenbereitung.

Um eine Tonne = 1000 Kilogrm. Stabeisen mittleren Façons pro Woche zu erzeugen, werden 0,6 Pferdestärken erfordert.

Ein Stirnhammer bedarf . . .	20	Pferdestärken,
ein Quetscher	10	"
ein Luppentrain	20 bis 30	"
eine Scheere	3	"
ein Grobeisentrain	20 " 36	"
ein Feineisentrain	20	"
ein Schneidewerk	5	"
ein Blechwalzwerk je nach den Dimensionen der Bleche . . .	20 " 60	"
ein Eisenbahnschienentrain . . .	50 " 70	"
ein Barlow-Schienentrain . . .	140	"

Diese Angaben sind als niedrigste Sätze für den heutigen Stand der Eisenfabrikation anzusehen. Man hat die Erfahrung gemacht, daß das im Ofen gut gearbeitete Eisen zu seiner besten Fertigstellung einer äußerst raschen und energischen Behandlung beim Formgeben bedarf; man wendet demnach jetzt durchgehends größere Geschwindigkeit der Arbeitsmaschinen und stärkere Kraftmaschinen als früher an.

Die Stirn- und Aufwerfhämmer werden mehr und mehr durch die Dampfhämmer (Nasmyth, Condie, Daelen) verdrängt. Vgl. 190.

Die großen Central-Kraftmaschinen mit ihrem bedeutenden Ballast von Triebwerk für jede Arbeitsmaschine werden in den neueren Walzwerken vermieden. Man gibt jedem Haupttrain, jedem größeren Werkzeug der Fabrikation seine besondere Dampfmaschine. Diese arbeiten mit Dampf von 35 bis 60 Pfund Spannung, sehr häufig

unter Anwendung von Expansion. Die liegenden Maschinen verdienen trotz der bei ihnen nöthigen zeitweisen Erneuerung des Dampfkolbens und Nachbohrens des Cylinders in der Regel den Vorzug vor anderen Aufstellungsarten. Zur Vermeidung oder größten Vereinfachung der Transmission gibt man beispielsweise den 40- bis 60-pferdigen Dampfmaschinen für Feineisen- und Drahtwalzwerke 160 bis 180 Umdrehungen pro Minute.

Die verschiedensten Systeme von Dampfkesseln sind in Anwendung. Walzenkessel mit innerem Rohr ($4\frac{1}{2}$ Fuß Kesseldurchmesser, $1\frac{3}{4}$ Fuß Durchmesser des Rohres, 18 bis 21 Fuß Kessellänge für einen Schweißofen) über dem Ofen gelagert, haben sich als recht praktisch erwiesen. Zur Heizung genügt in allen Fällen, wo die Einrichtung gut getroffen ist, die abziehende Flamme der Puddel-, Schweiß- und Glühöfen.

Walzenkessel unter der Hüttensohle aufgestellt findet man in Belgien.

Kessel mit Sieveröhren sind wegen mangelhafter Bewegung des Wassers in den Siedern weniger gut als Kessel mit Vormärmeröhren mit Gegenströmung.

Vertikale Kessel sind durch neue Verbesserungen und wegen der erzielten Raumersparniß wieder beliebt geworden.

Bei guter Einrichtung des gesammten Feuerbaues kann man pro □Fuß Rostfläche der Oefen 20 bis 25 □Fuß Heizfläche bei den Kesseln anwenden, und für jede 16 bis 18 □Fuß Heizfläche eine Dampferzeugung für eine Pferdestärke erlangen. Je acht bis zwölf Oefen bekommen eine gemeinschaftliche Esse. Dieser gibt man mindestens 100 Fuß Höhe und

für jeden einmündenden	Puddelofen	. . .	1,36 □Fuß
„ „ „	Schweißofen	. .	2,00 „

Querschnitt der lichten Essenmündung. Die Essen einzelner Puddelöfen werden 14 Zoll, die der Schweißöfen 18 Zoll im Quadrat weit genommen.

Die Speisung der Dampfkessel geschieht immer durch besondere Dampfpumpen, deren man für je zwölf Oefen eine aufstellt.

Zum Heben des kalten Wassers werden direkt wirkende Maschinen auf den Brunnen errichtet, auch horizontale mit Anwendung

eines aus Blech konstruirten ungleicharmigen Balanciers verwendet, das den Pumpenkolben geringere Geschwindigkeit ertheilt, als der Dampfkolben hat.

Eisengießerei, Umschmelzen in Kupolöfen.

Für Kupolöfen aller Größen sind die Ventilatoren oder Flügelgebläse allgemein in Anwendung.

Eine Dampfmaschine von 2 bis $2^1/_2$ Pferdestärken treibt einen Ventilator von 31 Zoll Durchmesser, 8 Zoll Breite, der zehn Schaufeln hat, 4 Zoll excentrisch steht und 900 bis 1200 Umdrehungen in der Minute vollbringt. Der Ofen hat 18 Zoll Durchmesser an der Düse, oben 19 Zoll und 6 Fuß Höhe. Der Durchmesser der Düse ist $4^1/_2$ Zoll. Bei einem Versuche ergab sich die Windpressung ganz nahe der Düsenöffnung zu $3^1/_2$ Linien Quecksilbersäule, welches einem Druck von 0,15 Pfund auf den Quadratzoll entspricht. Die unter diesen Umständen in den Ofen getriebene Luft betrug 600 bis 625 Kubikfuß pro Minute. — Der Ofen hält 1000 bis 1200 Pfund geschmolzenes Eisen.

Ein ähnlicher Ventilator versorgt 15 Schmiedefeuer ausreichend mit Wind, wobei zudem die Leitröhren sehr lang sind.

Um 6000 Pfund Eisen in der Stunde zu schmelzen bedarf es eines Ventilators von 36 Zoll Durchmesser, der 1800 Umdrehungen pro Minute macht und durch einen 7 Zoll breiten mit 71 Fuß Geschwindigkeit pro Sekunde gehenden Riemen getrieben wird, wobei er 6 Pferdestärken verbraucht und Windpressung von 16 Zoll Wassersäule hervorbringt.

Die Gichtflamme der Kupolöfen oder die unter der Gicht abgezogenen Gase reichen bei gehörigem Eisensatz nicht vollständig hin zur Erzeugung des Dampfes für die Gebläsemaschine. Es bedarf einer schwachen Nachhilfe, entweder auf gewöhnlichem Roste, oder mit Gasfeuerung, die auch beim Anblasen die benöthigten Dämpfe erzeugen muß. Immerhin ist es aber vortheilhaft, die Gichtflamme zur Kesselheizung zu verwenden, die wir auch bei zweckmäßigster Einrichtung als vollständig zu jenem Zwecke gefunden haben.

Ein Ventilator eigenthümlicher Konstruktion von 30 Zoll Durch-

messer und 9 Zoll Schaufelbreite erzeugt bei 1200 bis 1400 Umdrehungen pro Minute hinreichend Wind, um in zwei Kupolöfen 3000 Pfund Eisen per Stunde niederzuschmelzen. Der eine Ofen hat 39 Zoll Durchmesser und zwei Düsen, jede von 6 Zoll Durchmesser; der andere Ofen ist 27 Zoll weit, hat eine Düse von 7 Zoll Durchmesser. Koksverbrauch pro 100 Pfund fertigen Eisengusses zum Schmelzen 14 Pfund. Große, beste Oefen in starkem Betriebe brauchen jetzt nur 8 Pfund Koke.

Flachsspinnerei.

Die Anlage einer Flachsbereitung für 10 Centner Rohflachs in zehn Arbeitsstunden in geschwungenen Flachs und Schwinghede zu verarbeiten kostet incl. Gebäude circa 3000 Thaler, braucht eine Brechmaschine und neun Schwingstände und an Triebkraft drei Dampfpferde.

100 Feinspindeln nebst ihren Vorbereitungsmaschinen erfordern 1 Pferdestärke.

2500 Spindeln für Flachs und 1500 Spindeln für Werg bekommen eine Maschine von 36 Pferdestärken. Jene sollen in 300 Tagen 3000 Centner Flachs verspinnen.

Die Anlagekosten insgesammt betragen 36 bis 50 Thaler pro Feinspindel.

Erschöpfende Angaben über diesen Gegenstand findet man von Prof. Dr. Hartig im Polyt. Centralblatt 1869, S. 1121.

Kartoffel-Stärkemehl-Bereitung.

Mit zwei Pferdestärken (Dampfmaschine) verarbeitet man mittelst Waschmaschine, Reibe und Cylinderbürste täglich 6 Wispel = 140 Centner Kartoffeln; diese geben dabei 14 bis 18 Procent Stärkemehl aus.

Um mit den Maschinen von Huck in Paris, wovon das Assortiment 3600 Francs kostet, 15000 Kilogrm. täglich zu verarbeiten, bedarf es 144000 Liter Wasser. Diese Maschinen erfordern zu ihrem Betriebe 6 Pferdestärken.

Eine solche Fabrikeinrichtung kostet mit Inbegriff der Dampfmaschine, aber ohne Gebäulichkeiten, 3000 Thaler.

Die Göpelwerke werden meistens verworfen, da die zur Steigerung der Geschwindigkeit erforderliche weitläufige Transmission einen zu großen Kraftverlust bedingt.

Chokolade-Mühlen.

In einem gußeisernen, durch Dampf geheizten Troge bewegen sich zwei eiserne Läufer von je 130 Pfund mit 40 Umdrehungen in der Minute; sie liefern 10 Pfund fertige Masse in einer Stunde, und die Mühle bedarf 1 bis $1^1/_4$ Pferdestärke.

Besondere Verbesserungen in dieser Fabrikation hat der Mechaniker G. Hermann in Paris durch seine Reibmaschine zu Stande gebracht. Er liefert Mühlen verschiedener Art und Größe, die von 20 bis 300 Kilogrm. Kakao in einem Tage vermahlen.

Lohmühlen.

Zu einer solchen, die in der Stunde 10 Centner Lohrinde hackt und recht zaserig mahlt, bedarf man 8 Pferdestärken. Die Hackmaschine erzeugt Stücke von 3 bis 5 Centimeter Länge, die vom Mahlgange mit besonderer Qualität und Schärfe der Steine feingemahlen werden.

Getreidemühlen.

Nach Bernouilli erfordern Läufer von:

3′	Durchmesser, schweizer Maß	= 2,00	Pferdestärken
$3^1/_2$′	„ ($3^1/_3$′ = 1 Meter)	= 2,64	„
4′	„	= 3,68	„
$4^1/_2$′	„	= 4,53	„

Ein deutscher Mahlgang bedarf 2, 3 bis 5 Pferdestärken, je nach Größe der Steine, Art des Getreides und Stärke des Aufschüttens.

Ein Mahlgang mit rheinischen 16r Steinen (4 Fuß 10 Zoll

Durchmesser) schrotete je nach der aufgewendeten Kraft $3^3/_7$ bis $8^4/_7$ Scheffel Roggen in der Stunde.

Mühlen nach amerikanischer Art, mit einmaligem Aufgeben des Weizens, vermahlen pro Pferd und Stunde 45 bis 76 Pfund Weizen zu superfeinem Mehl.

Ein Mahlgang nach amerikanischer Art, mittlerer Größe, nämlich 4 Fuß Durchmesser, braucht 5 Pferdestärken, wobei die Nebenmaschinen eingerechnet sind. Ein Gang mit $4^1/_2$füßigen Steinen braucht mit Nebenmaschinen und Triebwerk 7 Pferdestärken, wobei er in 24 Betriebsstunden 2 Wispel Weizen oder $1^3/_4$ Wispel Roggen zu feinem Mehle vermahlt.

Nach Karmarsch und Heeren mahlt 1 Pferdestärke in der Stunde $^1/_2$ Scheffel Weizen und $^4/_5$ Scheffel Roggen zu Brotmehl. Da Roggen sich schwieriger vermahlt als Weizen, so kann sich diese Angabe nur auf Schroten oder grobes Mahlen des Roggens beziehen.

Genaue und reichhaltige Angaben findet man im Technischen Hand- und Hülfsbuch von H. Rösler, 1864, und in Allgemeiner Maschinenlehre von Dr. M. Rühlmann, 1865, 2. Band.

Man ist darauf bedacht gewesen — und zwar mit gutem Erfolge —, die Mahlgänge durch Laufriemen zu betreiben. Ungünstige Resultate, die sich auch oftmals eingestellt haben, müssen der verfehlten Einrichtung, also nur Konstruktionsfehlern, zugeschrieben werden. Die horizontale Haupttriebwelle soll mit viertelsgeschränkten Riemen die Mühleisen umtreiben, wobei auch Ab- und Anstellung der Gänge sich einfach herstellt.

In Mühlen, wo gegen Molter gemahlen, also verschiedenes Getreide verarbeitet wird, thut die Vereinigung mehrerer Gänge um ein Stirnrad nicht immer gut. Der Müller muß oft, je nach der Getreideart, dem Läufer eine andere Geschwindigkeit geben können, was aber bei jener Einrichtung, so zweckmäßig sie im Allgemeinen erachtet werden muß, ohne Störung des Ganzen nicht möglich ist. Auch hier kann man sich mittelst der Riemen gut helfen.

Manche Konstrukteure wollen die Schwungräder der Dampfmaschinen in Mahlmühlen leichter gemacht wissen als in anderen Fällen, weil das Moment der Steine mitwirke. Wir sind, auf Erfahrungen gestützt, der entgegengesetzten Ansicht, nämlich, daß die

Schwungräder um $^1/_3$ schwerer zu machen seien, als bei gewöhnlichen Dampfmaschinen. Räder, Wellen und Zapfenlager und nicht minder die Maschine selbst leiden außerordentlich, wo eine solche Regulirung von den so oft ungleich arbeitenden Läufern auf die Maschine übertragen werden soll.

Die für kleinere Mühlen (2 bis 4 Gänge) sowie zur Aushülfe bei knapper Wasserkraft anwendbarsten Maschinen sind Hochdrucker mit veränderlicher Expansion. Indessen macht der verhältnißmäßig große Kohlenverbrauch so kleiner Dampfmühlen ihren Betrieb fast überall unrentabel.

Große Anlagen werden mit Woolf'schen Maschinen — einfachen oder Zwillingsmaschinen — ausgerüstet. Eine gnte Hochdruckmaschine, welche drei Mahlgänge mit $4^1/_2$füßigen Steinen betrieb, wurde bei Verdopplung der Gängezahl durch eine Woolf'sche Maschine ersetzt. Das frühere Kohlenquantum reichte nunmehr auch für die sechs Gänge aus, obgleich (durch Hinzufügung von Ventilation namentlich) die Ausbeute an Mehl erster Qualität von 50 auf 56 Procent gesteigert worden. Man vermahlte hier mit 1 Pfund mittlerer Steinkohle durchschnittlich 7 Pfund Getreide in Brodmehle verschiedener Feinheit.

Leider vertheuern häufig die unpraktisch gewählten Maschinensysteme und die viel zu schweren Transmissionseinrichtungen die Anlage der Mühlen und beeinträchtigen so von vornherein deren Rentabilität.

Oelmühlen.

Die Quetschwalzen bedürfen $^3/_4$ bis 2 Pferdestärken, je nach ihrer Geschwindigkeit, ihrem Durchmesser und dem Drucke, unter dem sie arbeiten.

Auf einen Oelgang (mit Kollersteinen) rechnet man im Mittel 3 volle Pferdestärken. Mit Vortheil ist man indessen hier neuerdings auf größere Abmessungen der Steine gegangen ($7^1/_4$ Fuß Durchmesser, $1^1/_3$ Fuß Dicke der Läufer bei 27 Umgängen pr. Minute), wobei der Kraftbedarf auf 8 bis 9 Pferdestärken pr. Gang gestiegen ist.

Um mittelst des Oelganges 1 Scheffel Raps in der Stunde zu verarbeiten, braucht man 1,2 Pferdestärken.

Bei guter Einrichtung der Oelmühlen (bei Walzen, Oelgängen, hydraulischen oder Kniehebelpressen und kurzen Triebwerksleitungen) kann man rechnen, daß mit jeder Pferdestärke in der Stunde $^1/_2$ Scheffel oder 43 bis 45 Pfund Raps vollständig verarbeitet werde.

100 Theile von Raps, von Rübsamen oder Mohnsamen erfordern dieselbe Kraft zum Verarbeiten wie 66 Theile Leinsamen, 80 Theile Madia, 120 Theile Wallnußkerne.

Von den Hochdruckdampfmaschinen wird der gebrauchte Dampf zum Wärmen des Samenmehls verwendet. Diese sind also die zweckentsprechendsten, weil dabei der besondere Aufwand für Heizung der Wärmer wegfällt und Feuersgefahr vermieden wird.

Wir haben eine solche von 12 Pferdestärken eingerichtet zum Betrieb eines Sackzuges, einer Reinigungsmaschine, eines Paares Walzen, zweier Oelgänge und vier horizontaler Pressen mit ihren Rührern. Die Preßpumpenstangen hängen am Balancier der Dampfmaschine, welche 28 Kolbenwechsel in der Minute vollbringt. Mit dieser Einrichtung werden im Jahr 10000 Scheffel Raps à 80 Pfd. verarbeitet und durchschnittlich 40 Proc. Oel erhalten. Nach Falguières Vorgang benutzt man jetzt bei den Oelpressen vielfach den Kraftsammler, welcher gestattet, die Preßpumpen fast unausgesetzt gehen zu lassen.

Papierfabriken.

Man rechnet auf einen Holländer 4 bis 5 Pferdestärken. Die Pferdestärke liefert dabei in der Stunde 4 bis $4^1/_2$ Pfund gemahlene Lumpen. Bei den Stampfwerken gibt die Pferdestärke nur $1^1/_2$ Pfund.

Ueber den Betrieb der Holländer mittelst Riemen vergl. 262.

Für englische Papiermaschinen wird der Kraftverbrauch zu 7 bis 8 Pferdestärken angegeben, welches für diese breiten Maschinen erforderlich. Gewöhnlich rechnet man 6 Pferdestärken. Zum Trocknen des Papiers gehört ein Dampfkessel wie zu einer 6pferdigen Dampfmaschine.

Eine Papiermaschine erzeugt in 10 Stunden 72000 □Fuß = $67^1/_2$ Ries Medianpapier, welche 700 bis 1000 Pfund wiegen (niedrigste Leistung).

Um dasselbe Quantum in einem Arbeitstage von 12 Stunden zu erzeugen, würden 7 Schöpfbütten nöthig sein.

4 Holländer und 1 Papiermaschine bedürfen durchschnittlich in der Minute 15 Kubikfuß reinstes Wasser. Ein Satinirwalzwerk mit drei Walzen bedarf $1^1/_2$ Pferdestärken.

Nach Redtenbacher liefert ein Halbzeug- und ein Ganzzeug-Holländer in 12 Arbeitsstunden an:

fertigem Zeug für Postpapier	= 220	Pfund
„ „ „ Schreibpapier	= 357	„
„ „ „ Druckpapier	= 357	„
„ „ „ Packpapier	= 434	„

1 Papiermaschine liefert in 12 Arbeitsstunden:

Postpapier	664	Pfund
Schreibpapier	1070	„
Druckpapier	1070	„
Packpapier	1305	„

Anzahl der Holländer auf eine Maschine . .	6 bis 8.
Betriebskraft für einen Holländer	3 „ 4 Pferdestärken.
Betriebskraft für eine Papiermaschine . . .	3 „ 4 „

Dampfkessel für eine Fabrik von 6 Holländern und 1 Maschine.

Zur Heizung der Lokalitäten	6 Pferdestärken.
Zum Trocknen des Papiers auf der Maschine	3 bis 6 Pferdestärken.
Zur Bedienung der Waschküche	1 Pferdestärke.

Lumpenkocher in Kugelform, um eine schrägliegende Achse rotirend, haben sich sehr bewährt; Kraftverbrauch $^1/_2$ Pferdestärke.

Je nach Größe (Breite) der Papiermaschine, Qualität und Schwere der Papiersorten, Raschheit ihres Ganges ist die Papiermaschine bei bester Führung im Stande, den von 12 und noch mehr Holländern gelieferten Zeug wegzuarbeiten.

Man rechnet heute auf 25 Pferdestärken für jede 1000 Pfund Papier pro 24 Stunden.

Statt den Halbzeug vor dem Bleichen wasserfrei zu pressen und ihn dadurch unnöthig zu verdichten, trocknet man ihn jetzt mittelst Centrifugalmaschinen (Schleudern).

Eine große Centrifugalmaschine bedarf 2 Pferdestärken, liefert in 24 Stunden 72 Centner dem Bleichproceß entsprechend abgetrockneten und lockern Halbzeug.

Eine kleinere Art bedarf 1 Pferdestärke und leistet damit die Hälfte des Obigen. Turbinen und Woolf'sche Maschinen sind die entsprechendsten Motoren.

Zum Holländerbetrieb wendet man in neuerer Zeit nur Riemen an und fertigt die Holländer selbst gänzlich aus Guß- und Schmiedeeisen, auch wohl Portland-Cement.

Ueber die Bereitung von Strohpapier und Strohpappe diene Folgendes:

Man braucht: 1 Strohkocher (wie obiger Lumpenkocher eingerichtet), 3 Holländer, 1 Papiermaschine (16^m Länge, 5^m Breite erfordernd), welche 45 □^{m} Heizfläche des Dampfkessels beanspruchen, zur Erzeugung von 2000 bis 2500 Pfund Papier in 15 Stunden. Ausbringen 80 Proc. des aufgewandten Strohes.

Eine vom Verfasser ausgeführte größere Anlage von 2 Strohkochern und 2 Fässern, 8 Holländern, 2 Papiermaschinen, 4 Pappe-Maschinen hat:

2 Dampfkessel von je	48 □^{m} Heizfläche,
1 Dampfmaschine von . . . . für Holländer, Pumpen und Kocher,	40 bis 45 Pferdestärken,
1 kleine Dampfmaschine von . . . . . . für die Papier- und Pappemaschinen,	12 Pferdestärken,
und erzeugt täglich an Papier	4000 Pfund,
ebenso an Pappe (nicht auf der Maschine getrocknet)	4000 Pfund.

Eine Maschine für trockne Pappen braucht bei 1,25^m Walzenlänge einen 40^m langen, 5^m hohen, 6,5^m breiten Raum, und macht mit vier großen Trockencylindern in 12 Stunden 3600 bis 4500 Pfund Pappen fertig, bedarf 12 Pferdestärken zum Betrieb, kostet 14000 Thaler. Man vermehrt die Zahl der Trockencylinder von 2,0^m Durchmesser noch um 1 bis 2 für dicke Pappen oder wendet Cylinder aus Segmenten hergestellt von 3 bis 3,3^m Durchmesser an.

Eine Wickelpappenmaschine macht 1200 Pfund Pappe pro 12 Stunden, und braucht zum Betrieb 2 Pferdestärken.

Röhrenfabrikation.

Schmiedeeiserne Röhren, mit stumpfer und übereinander geschweißter Naht. Die schmiedeeisernen Röhren bis zu 4 Centimeter lichtem Durchmesser werden am besten mit stumpfem Stoß der Platinen hergestellt.

Bei allen größeren Dimensionen und speciell bei den Kesselröhren bis 0,180^{m} Durchmesser findet das Verfahren des Uebereinanderlegens der abgeschärften Blechränder statt.

Zur wöchentlichen Herstellung von 2500^{m} Röhren mittlerer Dimension nach ersterem Verfahren bedarf man einer Maschine von 15 Pferdestärken. Dasselbe Quantum 2$^{1}/_{2}$zölliger (0,065^{m}) Röhren nach dem andern (lap welded) Verfahren braucht einen Motor von 20 Pferdestärken. Die Betriebsdämpfe können zum größern Theil durch Abhitzen der Oefen geliefert werden.

Sägemühlen und Holzbearbeitungsmaschinen.

Die gewöhnlichen deutschen Sägen machen 80 bis 90 Schnitte zu 0,55^{m} Hubhöhe, legen 2 bis 3^{mm} vor und liefern in der Stunde 10^{m} Brettlänge.

Eine reine Pferdestärke, d. h. eine am Sägegatter wirkende, liefert hierbei in der Stunde 4,4 □^{m}; eine Brutto-Pferdestärke, d. h. eine Pferdestärke der treibenden Welle, gibt 2,2 □^{m} in trocknem Eichenholz.

Man soll ein Gatter, für das 4 Pferdestärken gerechnet werden, zum Beschlagen und Abkanten der Stämme nehmen, das Zerlegen dieser Blöcke in Dielen aber auf ein anderes Gatter (Bund- oder Vollgatter) mit 9 bis 18 Blättern vornehmen, welches für das erste Blatt 3, für jedes fernere $^{1}/_{2}$ bis $^{5}/_{8}$ Pferdestärken mehr erfordert. Bei diesen Bundsägen gibt die Pferdestärke in trocknem, weichem Holz 3,5 □^{m} Schnittfläche in der Stunde. Die Zahl der Schnitte ist 60 in der Minute und mehr.

Ein solches Bundgatter zerlegte einen gewöhnlichen Fichtenklotz

von 6^m Länge in 25 Minuten in 12 bis 14 Bretter. Die Zeit zum Ab- und Auflegen ist 8 Minuten.

Zur Erzielung schöner Schnittflächen muß das Vorlegen für jeden Schnitt gering sein und die Säge im Bogen arbeiten. Sägemaschinen mit einem Blatt machen dann leicht 120 bis 140 Schnitte in der Minute zu $0{,}470^m$ bis $0{,}550^m$ Hubhöhe.

Die Horizontalgatter zeichnen sich durch geringen Kraftverbrauch, viel und schönes Fabrikat und große Handlichkeit aus. Die Säge geht 280 bis 300 mal in der Minute (macht also 560 bis 600 Schnitte) in geflößtem Kiefernholz, bei einem Vorschub bis zu $1{,}9^m$ pro Minute.

Nach Taffe gibt die Pferdestärke in der Stunde 3 □^{m} in weichem Holz; $2\frac{1}{4}$ □^{m} in Eichenholz; bei einer Circularsäge 5 □^{m} in weichem Holz. In Marmor 2,5 □^{m} in 24 Stunden.

Kreissägen. Eine Säge von $0{,}68^m$ Durchmesser bei 266 Umdrehungen in der Minute und in $0{,}225^m$ hohem Eichenholz gab 12,8 □^{m} Schnittfläche bei einem Kraftaufwande von 3,55 Pferdestärken. Eine Kreissäge zum Zerlegen von frischen 12- bis 14füßigen Kiefern- (Föhren-) Stämmen in Bretter im Walde, betrieben durch

eine Lokomobile von	8 Pferdestärken
liefert bei einem Blattdurchmesser	$0{,}950^m$
pro Tag 25^{mm} starke Bretter	6 bis 7 Schock
lang	$3{,}76^m$
breit	0,21 bis $0{,}31^m$
und (pro Tag) 13 bis 20^{mm} starke Bretter .	7 bis 8 Schock
Länge und Breite wie vorstehend.	

Der Blockwagen wird vom Arbeiter vorgeschoben. Raum zur Aufstellung des Ganzen (Bretterschuppen) 16 auf $6{,}5^m$ Grundfläche.

Fourniersägen. Nach Morin braucht eine Säge von Cochot, um bei 180 bis 200 Schnitten à 24 Zoll in der Minute 60 □ Fuß Fourniere in einer Stunde zu schneiden, $\frac{3}{4}$ Pferdestärke.

Nach eigenen Erfahrungen und Konstruktionen bedarf eine solche je nach der Art des zu schneidenden Holzes $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pferdestärken, macht hin- und herschneidend 500 Schnitte in der Minute und liefert stündlich bis zu 100 □ Fuß aus Bohlen von 24 Zoll Breite. Man

schneidet 15 brauchbare Fournierblätter aus 1 Zoll Dicke, probeweise sogar 40 Stück aus Mahagoniholz.

Das Maschinenlokal ist in Sägemühlen besonders gut abgeschlossen zu halten, damit der Sägestaub nicht eindringen könne. Hochdruckmaschinen mit Expansion werden zu kleineren Sägewerken und da verwendet, wo man Holz durch die gebrauchten Dämpfe auslaugt und zum Trocknen vorbereitet.

Für große Anlagen sind die Mitteldruckmaschinen mit Kondensation und die Woolf'schen zu wählen. Reichlich große Dampfkessel sind dann im Stande, mit nur ausschließlichem Verbrauch von Sägemehl, Borke und kleinsten Abfällen die nothwendigen Dämpfe zu erzeugen.

Einzelne Dampfgatter arbeiten viel weniger ökonomisch als Bund- und Saumgatter von großer Maschine betrieben.

Wasserkraft wird für Sägezwecke am dienlichsten durch Turbinen genutzt.

Die Schneidemühle eines Zimmermeisters enthält: Dampfkessel von 29 □^{m} Heizfläche, Dampfmaschine von 0,33^m Kolbendurchmesser (mit starker Expansion), die 2 Horizontalgatter, 2 Kreissägen, 1 Hobel- und 1 Fraisemaschine betreibt und pro Arbeitsstunde 12 Kubikfuß (0,36 Kubikmeter) Holz zu den verschiedensten Arbeiten zertheilt und fertig macht.

Stearinlichte-Fabrikation.

Um täglich 1000 Pfund Stearinsäure zu erzeugen und zu Lichtern zu verarbeiten, bedarf es eines Dampfkessels von 16, einer Kraftmaschine von 4 Pferdestärken.

Steinkohlenförderung und Wasserwältigung.

Die Förderungsmaschinen werden in der Regel nicht unter 16 Pferdestärken angenommen. Neuerdings geht man damit bis zu 80 und 150 Pferdestärken hinauf. Häufig läßt man die Maschine direkt auf die Seiltrommelwelle ohne Vorgelege arbeiten. Die Ge-

schwindigkeit, womit sich die Förderungsgefäße bewegen, ist 2,2 bis 5^m in der Sekunde.

Für die Wasserwältigung nimmt man die Maschine so stark, daß sie zu Anfang des Baues in 8 Stunden täglicher Arbeit die Wasser wältigen können. Verschiedene Expansionsgrade, der Katarakt und verlängerte Arbeitszeit bis zu kontinuirlichem Gange gestatten hinreichende Veränderlichkeit in der Leistungsfähigkeit.

Tabacksschneidemaschinen.

Maschinen, die von $^1/_{38}$ bis zu 1 Zoll fein schneiden, liefern von

Rauchtabak $^1/_4$ Zoll lang	Schnupftabak	
60 Centner	6 Centner	bei 1 Pferdestärke,
30 bis 35 „	4 „	„ $^1/_2$ „
20 „	2 „	„ 2 Menschenkräften,
5 bis 6 „	$^3/_4$ „	„ 1 Menschenkraft.

Traß- und Gypsmühlen.

Zwei aufrechtgehende Steine von $1,4^m$ Durchmesser und $0,285^m$ Breite bei 23 Umdrehungen in der Minute mahlen in $^1/_2$ Stunde eine Ladung von 3 bis $3^1/_2$ Scheffel (zerbröckeltem) Traß klein und bei ganz trocknem Material 4 Scheffel; demnach in der Stunde 6 bis 8 Scheffel zu 100 Pfund. Kraftverbrauch 5 bis 6 Pferde.

Unter denselben Steinen können in der Stunde nur 400 bis 500 Pfund Dünggyps feingemahlen werden. Das gänzliche Feinmahlen soll unter horizontal laufenden Steinen geschehen, welche das Gut von den aufrecht gehenden Steinen empfangen. Bei gleichem Zerkleinerungsgrad des aufgegebenen Materials sollen jene in der Hälfte der von diesen verbrauchten Zeit das Fertigmahlen bewirken und ein gewöhnlicher Gang in 12 Stunden 7000 Pfund liefern können.

Wollmanufaktur. Tuchfabrikation.

Eine Wollwaschmaschine bedarf $^2/_3$ Pferdestärken und wäscht täglich 220 bis 250 Pfund Wolle.

Ein Wollwolf nimmt je nach der Konstruktion $1/2$ bis $3/4$ Pferdestärke in Anspruch.

Für eine Schrubbelmaschine ist $1/2$ Pferdestärke zu rechnen. Eine gewöhnliche deutsche Walke (Plattemühle) bedarf $1\,1/2$ Pferdestärken.

Ein englischer, sogenannter Patent-Walkkumpf braucht 2 Pferdestärken, walkt aber mehr Tuch und besser. Die Walke von Benoit in Montpellier braucht 1 Pferdestärke, um 1 Stück Cuir de Laine pro Tag zu walken. Die Leistungen dieser Walke stehen zu denen anderer Walkmühlen im Verhältniß = 100 : 55.

Eine Rauhmaschine je nach der Konstruktion $1/2$ bis $2/3$ Pferdestärke.

Eine 6pferdige Dampfmaschine treibt: 6 Rauhmaschinen, 6 bis 7 Scheermaschinen, 1 Bürstmaschine und 1 Kardenfege. Der gebrauchte Dampf dient zur Heizung der Kardentrockne und der Stochrahme (Tuchrahme) in Heizröhren von 7 bis 9 Zoll lichtem Durchmesser.

Siehe Versuche von Dr. E. Hartig, Polyt. Centralblatt 1864, Seite 1601.

Töpferei. Ziegelformerei.

In einer Thonmühle, einem vertikalen Bottich mit stehender Messerwelle, liefert 1 Pferdestärke in der Minute $2/5$ Kubikfuß fertigen, sehr fein und gut verarbeiteten Thon.

Zu Ziegelwaaren $3/4$ bis $6/7$ Kubikfuß.

Clayton's Ziegelmaschine liefert, durch 6- bis 8pferdige Dampfmaschine bewegt, im Tage 14000 bis 16000 Ziegel.

Zuckerfabrikation.

Von den Zuckermühlen mit horizontalen Walzen zum Auspressen des Zuckerrohrs bedürfen diejenigen mit Walzen von:

4′	Länge	25 Zoll	Durchmesser	8 Pferdestärken,
4′ 6″	„	27 „	„	10 „
4′ 8″	„	28 „	„	12 „

Die Pferdestärke liefert stündlich 400 Quart Saft.

34*

Runkelrübenzuckerfabrikation.

Die gebräuchliche Größenbezeichnung einer Zuckerfabrik geschieht durch Nennung der 100 Centner Rüben, welche pro 24 Stunden — mit Tag und Nacht wechselnden Arbeitern — verarbeitet und in Zucker verwandelt werden. Man hat also Fabriken zu 400, 500, 1000, 1800 ꝛc. Centner. Nach diesem Maßstabe sind folgende Verhältnißzahlen gebildet und bestimmt:

1) Eine Fabrik, wo außer dem Kesselhause keine Feuerung ist, also alle Heizungen mit Dampf gemacht werden, kostet pro 100 Centner 7000 Thaler preuß. Courant.
2) Soll dieselbe mit dem Vacuum kochen, so kostet sie pro 100 Centner 750 Thaler mehr.
3) Will sie auch mit dem Vacuum verdampfen, abermals so viel mehr.

Diese Preise sind für alle Maschinen und Apparate nach einem approbirten System auf Rohzucker allein, oder auf theils Roh-, theils Farinzucker (Lumpenzucker) exclusive Gebäude, die etwa pro 100 Centner 2000 Thaler kosten, gemeint, und ist dabei eine Größe von 500 bis 600 Centner — die gewöhnliche Größe der Landfabriken — auf Rohzucker angenommen. Je größer eine Fabrik wird, desto mehr verkleinern sich diese Verhältnißzahlen, welche Verringerung bei 2000 Centner circa 15 Procent beträgt.

Eine Fabrik mit offenem Feuer, ohne Dampf, ist in der Anlage ungleich billiger und zwar etwa 30 bis 40 Procent. Diese Art zu arbeiten erfordert aber mehr und geübtere Arbeiter und erheblich mehr Brennmaterial. Bei erdigen Braunkohlen ist sie gar nicht ausführbar.

Die erforderliche Kraft zu einer Fabrik ad 1. ist zum Waschen, Reiben und Pressen pro 100 Centner 2 Pferdestärken in Dampfmaschinen; man nimmt gewöhnlich aber etwas mehr. Zu einem Vacuum, also zum Betrieb einer Luftpumpe, einer Kaltwasser- und einer Kesselspeisepumpe — die beiden ersteren auf ein Vacuum berechnet, wenn das Wasser nicht über 60 Fuß hoch zu heben ist — bedarf es 4 bis 5 Pferdestärken. Gewöhnlich nimmt man für jedes

Vacuum eine besondere Maschine, und wendet eine trockne Luftpumpe an, durch welche das Einspritzwasser nicht zu gehen braucht.

Man rechnet für die Verarbeitung von 100 Centner Rüben circa 250 □ Fuß Heizfläche der Dampfkessel.

Nach Siemens (Landwirthschaftl. Gewerbe von Otto, Braunschweig 1850) bedarf eine Fabrik von täglicher Verarbeitung von 1000 Centner Rüben:

eine Waschmaschine und Preßpumpen . .	zu 4	Pferdestärken,
zwei Reiben	„ 4	„
Luft- und Wasserpumpen	„ 4	„

und an feuerberührter Kesselfläche, ohne diejenige des Reservekessels, 1154 □ Fuß.

L. Walkhoff stellt den Kraft- und Heizflächenbedarf für eine Fabrik von 1300 Centner Rüben täglicher Verarbeitung fest wie folgt:

Saftgewinnung und Wasserbedarf	13	Pferdestärken,
zwei Luftpumpen	16	„
Schleudern, Waschmaschinen	7	„
an mechanischer Kraft also	36	Pferdestärken.

Ferner an Kochdampf:

Zur Scheidung	13,4	Pferdestärken,
zur Verdampfung der Säfte	125	„
zum Fertigkochen	9,7	„
zur Filtration ꝛc.	3	„
zum Fabrikbetrieb also	187,1	Pferdestärken.
Dazu treten 20 Proc. Sicherheit mit	37,4	Pferdestärken.
Ergeben:	224,5	Pferdestärken.

1 Pferdestärke wird gleichgestellt 50,8 Pfund stündlich verdampften Wassers. 1 □ Fuß Heizfläche verdampft pro Stunde 6 Pfund Wasser.

Daraus ergibt sich die Heizfläche zu 2116,5 □ Fuß, die 224,5 □ Fuß Rostfläche verlangen.

Zur Schonung der Kessel ist aber diese Heizfläche noch größer (15 □ Fuß = 1 Pferdestärke) zu nehmen und so ergeben sich schließlich 3367,5 □ Fuß.

(Aus L. Walkhoff's „Praktischem Rübenzuckerfabrikant", Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn 1858.)

Raffinerie.

3 Vacuumpfannen, 3 Heizpfannen geben 12000 bis 14000 Pfund Zucker täglich; in 24 Stunden werden 600000 Pfund Wasser verbraucht.

Eine 12 pferdige Dampfmaschine betreibt die drei Luftpumpen, die Zucker- und Syruppumpen, die Fässerwinden u. s. w.

1 □ᵐ Heizfläche des Doppelbodens eines Vacuumapparates verdampfte in der Minute 5 Pfund Wasser und es wurden dazu an Heizdampf 7,5 Pfund von $3^1/_2$ bis $3^3/_4$ Atmosphären Spannung gebraucht.

1 □ᵐ Heizfläche der Schlange verdampft pro Minute 7,3 Pfund Wasser und verwendet dazu an Heizdampf obiger Spannung 9,49 Pfund.

Um die Transmissionen in den großen Lokalen zu vermeiden, stellt man mehrere Dampfmaschinen auf, z. B. eine für Luft-, die andere für Wasserpumpen, eine dritte oft in der obersten Etage stehende für die Fässerwinde, für den Transport der Formen und Brote.

Da man in den Kochpfannen Mitteldruck- und nicht mehr Niederdruckdampf verwendet, so sind auch Mitteldruckdampfmaschinen jetzt die meist angewendeten.

Man kann rechnen, daß bei der Anschaffung von eisenblechernen Dampfkesseln, deren Capacität gewöhnlich in Pferdestärken angegeben wird, bei kleinen Kesseln und bis zu 16 Pferden 450 Pfund, über diese hinaus 425 bis 400 Pfund Kesselgewicht einer Pferdestärke entsprechen.

Die Kesselschmiede in Frankreich rechnen, daß mit Nieten und Ueberdeckungen Kessel und Siederöhren auf den Quadratmeter und jeden Millimeter Dicke 10 Kilogramm wiegen.

Eine andere Art der Berechnung des Kesselgewichtes ist folgende: Man ermittele das Gewicht des Kessels aus den reinen Dimensionen des Kessels und der Bleche und mit Annahme der specifischen Schwere des Bleches von 7,8.

Diesem sind zuzufügen für Ueberblattungen, Nieten, Laschen, Mannlochdeckel zwischen 17 und 25 Proc. des obigen Nettogewichtes. Die Nebentheile (Kesselmontirung) werden zu 18 bis 20 Proc. des Kesselgewichtes angesetzt und durchweg zum Kesselpreise bezahlt.

Dimensionen, Verbrauch und Leistung der Lokomobilen von Clayton Shuttleworth u. Comp.

Für den 10stündigen Betrieb.

Stärke der Maschine	Durchmesser des Cylinders in engl. Zoll	Menge des ausgedroschenen Getreides in preuß. Scheffeln	Verbrauch an	
			Wasser Kubikfuß	Steinkohlen Pfund
4 Pferdestärken . .	$6^1/_4$	118 — 136	48	350
5 " . .	7	136 — 172	58	450
6 " . .	$7^3/_4$	172 — 208	72	550
7 " . .	$8^1/_2$	210 — 245	82	650
8 " . .	9	250 — 315	94	750
10 " . .	10	320 — 350	117	950
12 " . .	12	—	—	—
14 Pferdest. 2 Cylind.	$8^1/_2$ jeder	—	—	—

Hieraus ergeben sich im Mittel für eine Pferdestärke in einer Stunde:

Gedroschenes Getreide . . . . 3,18 Scheffel,
Verbrauch an Wasser . . . . 1,17 Kubikfuß,
Verbrauch an Steinkohlen . . 9,00 Pfund.

K. Verordnungen und Gesetze der verschiedenen Staaten über die Dampfkessel.

Es kann nicht davon die Rede sein, an dieser Stelle die sämmtlichen bestehenden Verordnungen über Dampfkessel zu ertheilen; im Auszuge gegeben reichen sie nicht für alle vorkommenden Fälle aus und in wörtlicher Anführung würde man sie mit Recht einen Ballast des Buches nennen.

Es wird angenommen, daß Jeder die bezüglichen Gesetze seines Staates kenne oder doch zur Erlangung von deren Kenntniß die Wege zu gehen wisse. Erleichtert wird dieses vielleicht durch nachfolgende Citate.

Die kaiserlich österreichische Verordnung ist vom 1. September 1866. Polyt. Centralblatt 1867, S. 68.

Eine Instruktion für die Ueberwachung und periodische Untersuchung der Dampfkessel der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn vom 17. Januar 1868 im Polyt. Centralblatt 1868, S. 1394.

Verordnung für das Königreich Sachsen, die polizeiliche Beaufsichtigung der Dampfkessel betreffend vom 12. Oktober 1867 im Polyt. Centralblatt 1868, S. 66.

Königlich baierische Verordnung, datirt vom 7. August 1864; Abänderungen vom 12. Februar 1865, Polyt. Centralblatt 1865, S. 732.

Ueber das Dampfkesselgesetz der Vereinigten Staaten von Nordamerika von Dr. E. Hartig im Polyt. Centralblatt 1867, S. 1585.

Das französische Dampfkesseldecret vom 25. Januar 1865 in Verhandlungen des Gewerbevereins in Preußen und Polyt. Centralblatt 1865, S. 528.

Französische Verordnung über Nachprüfung alter Dampfkessel vom 3. Oktober 1865, Polyt. Centralblatt 1866, S. 232.

Für Belgien hat man in Brochüre: Machines à vapeur. Règlement de Police et instructions. Arrêté royal du 24. avril 1864. Bruxelles, chez Aug. Decq. 1864.

Für den Norddeutschen Bund wird jetzt ein Dampfkesselgesetz vor-

berathen, das uns dann wohl in Jahresfrist auch auf diesem Gebiete Tüchtiges und Bestgeordnetes bringen wird.

Hier sei nun in früherer Art ein Auszug aus dem königlich preußischen Regulativ vom 31. August 1861, das mit einigen Nachträgen für den preußischen Staat Gültigkeit hat, gegeben.

Auszug aus dem Regulativ vom 31. August 1861 betreffend die Anlage von Dampfkesseln.

Erforderliche Zeichnungen und Beschreibungen:

I. Zu feststehenden Dampfkesseln.

1) Ein Situationsplan der zunächst an den Aufstellungsort des Kessels stoßenden Grundstücke in deutlichem Maßstabe.

2) Ein Bauriß, worin der Erbauer alle Räume, z. B. für die Maschine, den Kessel, den Schornstein und die Höhe dieses angibt, der die Lage der Feuer- und Rauchröhren zu den benachbarten Grundstücken enthält.

3) Eine Zeichnung des Kessels in einfachen Linien, aus welcher die Größe der vom Feuer berührten Fläche zu berechnen und die Höhe des Wasserstandes über den Feuerzügen zu ersehen ist.

4) Eine Beschreibung, in welcher die Dimensionen des Kessels, die Stärke und Beschaffenheit des Materials, die Art der Zusammensetzung, die Dimensionen der Ventile und deren Belastung, sowie die Einrichtung der Speisevorrichtung und der Feuerung genau angegeben sind.

Eine schriftliche Angabe über die Stärke der Dampfmaschine, ob sie eine Hochdruck- oder Kondensationsmaschine sei und welche Arbeit sie betreiben soll, ohne weiteres Eingehen in ihre Konstruktion durch Zeichnungen ist für das Konzessionsgesuch genügend.

Nivellementspläne sind bloß in einzelnen Fällen, z. B. wegen Abführen des kondensirten Wassers, Anlagen von Wasserbehältern ꝛc., beizubringen.

II. Zu Schiffs- oder Lokomotivdampfkesseln sind die sub I. 3) und 4) geforderten Anlagen nöthig.

Zeichnungen und Beschreibungen werden doppelt ausgefertigt eingesandt; ein Exemplar wird dem Antragsteller zu seiner Legitimation

beglaubigt zurückgegeben, das andere aber bei der Polizeibehörde aufbewahrt.

Unterhalb solcher Räume, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, dürfen Dampfkessel, deren vom Feuer berührte Fläche mehr als fünfzig Quadratfuß beträgt, nicht aufgestellt werden.

Innerhalb solcher Räume, in welchen sich Menschen aufzuhalten pflegen, dürfen Dampfkessel von mehr als fünfzig Quadratfuß feuerberührter Fläche nur in dem Falle aufgestellt werden, wenn diese Räume (Arbeitssäle oder Werkstätten) sich in einzeln stehenden Gebäuden befinden und eine verhältnißmäßig bedeutende Grundfläche und Höhe besitzen.

Dampfkessel, welche nicht in oder unter Räumen aufgestellt werden sollen, in denen sich Menschen aufhalten, müssen, wenn ihre Entfernung von Nachbargebäuden (zu denen auch diejenigen des Dampfkesselbesitzers zu rechnen sind) nicht mehr als 10 Fuß betragen soll, von diesen Gebäuden durch eine Mauer getrennt werden, welche eine Stärke von 2 Fuß und eine Höhe von 3 Fuß über dem höchsten Dampfraume des Kessels haben muß.

Zwischen Rauchgemäuer des Kessels und den Kesselhauswänden muß ein Zwischenraum von mindestens 3 Zoll verbleiben, welcher oben abgedeckt und an den Enden bis auf die nöthigen Luftöffnungen verschlossen werden kann.

Die Feuerzüge müssen an ihrer höchsten Stelle mindestens 4 Zoll unter dem im Dampfkessel festgestellten*) Wasserspiegel liegen. Bei Dampfschiffskesseln von mehr als 4 bis 6 Fuß Breite muß die Höhe des Wasserspiegels über den höchsten Feuerzügen mindestens 6 Zoll, bei solchen von mehr als 6 bis 8 Fuß Breite 8 Zoll, und bei solchen von mehr als 8 Fuß Breite mindestens 10 Zoll betragen.

Auf Rauchröhren finden die vorstehenden Bestimmungen in dem Falle keine Anwendung, wenn ein Erglühen des mit dem Dampfraume in Berührung stehenden Theiles ihrer Wandungen nicht zu befürchten steht.

Die Feuerung feststehender Kessel soll möglichst ruß- und rauchfrei sein.

---

*) Niedrigster Wasserspiegel. Anm. d. Verfassers.

Holzwerk oder feuerfangende Gegenstände sind immer von steinernen wie eisernen Schornsteinröhren mindestens 6 Zoll entfernt zu halten.

Die Weite des Schornsteins ist dem Unternehmer zu wählen überlassen. Die Höhe muß so gewählt sein oder später noch so vermehrt werden können, daß die Nachbarn nicht durch Ruß oder Rauch belästigt werden. Diese Bestimmungen gelten nicht für Lokomotiv- und Schiffskessel, für Lokomobilen nur dann, wenn solche längere Zeit an einer Stelle in Betrieb erhalten werden.

Jeder Dampfkessel muß mit mehr als einer der besten bekannten Vorrichtungen zur jederzeitigen zuverlässigen Erkennung der vorgeschriebenen Wasserstandshöhe im Innern desselben versehen sein.

An jedem Dampfkessel muß ein Speiseventil angebracht sein.

Jeder Dampfkessel muß mit „wenigstens zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, welche eine und dieselbe Betriebskraft nicht haben dürfen, und von denen jede für sich im Stande sein muß, das zur Speisung erforderliche Wasser zuzuführen. Mehrere zu einem Betrieb vereinigte Kessel werden hierbei als ein Kessel angesehen."

Diese etwas drückende Vorschrift ist unter dem 10. Juli 1862 noch dahin erläutert worden, daß die zweite Speisevorrichtung immerhin durch Dampf aus demselben Kessel getrieben werden könne, was also die Zufügung z. B. einer Dampfpumpe (s. 212) oder eines Einspritzers (s. 104) zu der gewöhnlichen Speisepumpe als den Inhalt obiger Forderung erklärt.

Auf jedem Dampfkessel müssen ein oder mehrere zweckmäßig ausgeführte Sicherheitsventile angebracht sein. Dieselben müssen nach Abzug der Stiele und der zur Führung derselben etwa vorhandenen Stege für jeden Quadratfuß der gesammten vom Feuer berührten Fläche überhaupt mindestens die nachstehend bestimmte, freie, zur Abführung der Dämpfe dienende Oeffnung haben, nämlich bei einem Ueberdruck der Dampfspannung von:

	mehr als											
0 bis ½	½ bis 1	1 bis 1½	1½ bis 2	2 bis 2½	2½ bis 3	3 bis 3½	3½ bis 4	4 bis 4½	4½ bis 5	5 bis 5½	5½ bis 6	Atmosphären.
10,0	7,0	5,3	4,3	3,6	3,2	2,8	2,5	2,2	2,0	1,85	1,7	□ Linie freie Oeffnung.
0,069	0,048	0,036	0,029	0,025	0,022	0,019	0,017	0,015	0,014	0,013	0,012	□ Zoll freie Oeffnung.

Wenn mehrere Kessel einen gemeinschaftlichen Dampfraum oder ein gemeinschaftliches Dampfabführungsrohr haben, von welchem sie einzeln nicht abgesperrt werden können, so genügt es, wenn darauf im Ganzen mindestens zwei dergleichen Ventile angebracht sind.

Wenigstens eines der Sicherheitsventile auf jedem Kessel muß vor unbefugter Mehrbelastung gesichert sein.

Dampfschiffs-, Lokomotiv- und Lokomobilkessel müssen mindestens zwei Sicherheitsventile erhalten, und es muß bei dem Dampfschiff dem einen Ventile auf dem Verdeck eine solche Stellung gegeben werden, daß die vorgeschriebene Belastung mit Leichtigkeit untersucht werden kann.

An jedem Dampfkessel oder an den Dampfleitungsröhren muß eine Vorrichtung angebracht sein, welche den stattfindenden Druck der Dämpfe zuverlässig angibt. Die Wahl der Manometerkonstruktion ist freigestellt, doch muß ein offenes Quecksilbermanometer (gleichviel ob mit Glas- oder Schmiedeisenröhre) (s. 109, Fig. 134 bis 137) vorhanden sein, mit welcher jeder Kessel einer Anlage, der mit einem anderen Manometer versehen ist, in Verbindung gebracht werden kann.

An allen Manometern, das Kontrolmanometer ausgenommen,

muß die polizeilich genehmigte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke bezeichnet sein.

Anmerkung. Die Anbringung der Kontrolmanometer für Schiffe, Lokomotiven und Lokomobilen ist nicht genau präcisirt. Wünschenswerth wäre die Einführung der in Frankreich geltenden Bestimmung, wonach die Kontrolbeamten sich kleiner tragbarer Kontrolmanometer (manomètre-étalon), und zwar sind dies Metallmanometer, bedienen können.

In der Folge sollen nun die Doppelmanometer zur Kontrole dienen, die in den Verhandlungen des Preuß. Gewerbevereins 1867, Seite 85 beschrieben sind.

Die Anwendung des Gußeisens bei den Wandungen der Dampfkessel, Feuer- und Siederöhren ist untersagt. Zu den Wandungen in dieser Beziehung werden nicht gerechnet: Dampfdome, Ventilgehäuse, Mannlochdeckel, Deckel von Reinigungslufen und Rohrstutzen, letztere, sofern sie nicht von Mauerwerk umschlossen und vom Feuer berührt sind.

Die Verwendung von Messingblech zu den Kesselwandungen ist untersagt, jedoch ist gestattet, sich des Messingbleches zu Feuerröhren bis zu einem lichten Durchmesser von 4 Zoll zu bedienen.

„Um die Dampfkessel gegen das Zerreißen und Zerspringen durch den Dampfdruck zu sichern, darf zur Fertigung derselben nur gutes Material verwendet werden. Bei allen Dampfkesseln bleibt die Bestimmung der Stärke des Materials dem Verfertiger des Kessels überlassen. Derselbe hat dafür zu sorgen, daß die Wandstärke des Kessels, sowie der Siede- und Feuerröhren, beziehungsweise des Feuerkastens, mit Rücksicht auf die etwa vorhandene Verankerung durch Stehbolzen, dem beabsichtigten Dampfdrucke entsprechend bestimmt, auch jedes Feuerrohr, dessen Durchmesser mehr als 4 Zoll beträgt, durch eine angemessene Verstärkung gegen ein Zusammendrücken und Abreißen gesichert werde. In allen diesen Beziehungen, sowie für die Zweckmäßigkeit der gewählten Konstruktion ist der Verfertiger des Kessels verantwortlich."

Jeder Dampfkessel muß, bevor er eingemauert und ummantelt wird, mittelst einer Druckpumpe mit Wasser mit dem zweifachen Betrage des dem Drucke der beabsichtigten Dampfspannung entsprechenden Gewichtes geprüft werden.

Die Kesselwände und die Wände der Feuerzüge müssen dieser Prüfung widerstehen, ohne eine Veränderung ihrer Form zu zeigen und ohne undicht zu werden. Diese Druckprobe muß wiederholt werden:

a. Nach Reparaturen, welche in der Maschinenfabrik ausgeführt werden müssen;

b. wenn feststehende Dampfkessel an einer anderen Betriebsstätte aufgestellt werden.

Sie ist nicht zu wiederholen:

c. selbst nach größeren an der Betriebsstätte selbst ausgeführten Reparaturen (Erlaß vom 10. December 1861);

d. an Lokomobilen nach Ortsänderungen derselben.

In den Fällen a. und b. werden solche Kessel, welche vor dem Erlaß des Regulativs vom 31. August 1861 genehmigt worden, nur mit dem $1^1/_2$fachen Drucke, für welchen die Konzession ertheilt wurde, geprüft.

Es ist gestattet, die Probe mit heißem oder kaltem Wasser vorzunehmen. Ein Dampfkessel wird für undicht erachtet, wenn bei Ausübung des höchsten Probedrucks das Wasser in anderer Gestalt, als in derjenigen von Perlen, Nebel oder Staub durch seine Fugen dringt. Bei der Probe muß der Kessel in allen seinen Theilen vollständig zusammengesetzt sein.

Die Kessel werden polizeilich untersucht:

1) auf die vorschriftsmäßige Konstruktion;

2) auf die gehörige Ausführung der sonstigen im Regulativ oder der Genehmigungsurkunde enthaltenen Bestimmungen.

Die Untersuchung (1) muß vor der Aufstellung, in der Fabrik oder am Aufstellungsorte vorgenommen werden; Untersuchungen über die Ausführungen sonstiger Bestimmungen (2) über die Anlage werden nach der Aufstellung vorgenommen.

Auszug aus dem Regulativ vom 23. August 1856, den Betrieb der Dampfkessel betreffend.

Jeder im Betrieb befindliche Dampfkessel wird von Zeit zu Zeit polizeilich technisch untersucht: auf die Güte der Speisevorrichtungen;

auf die Mittel zur Erkennung des Wasserstandes und etwaigen Steinniederschlages und dessen Beseitigung; auf die Manometereinrichtungen; auf die Güte und Instandhaltung der Sicherheitsventile u. a. m.

Eine Unterbrechung des Betriebes darf zum Zwecke der technischen Untersuchung nicht verlangt werden. Es wird ein Protokoll der Untersuchung, welche bei Dampfmaschinenkesseln alljährlich, bei anderen Kesseln allzweijährlich stattfindet, aufgenommen.

Bei Befund von Mängeln werden außerordentliche Untersuchungen angestellt.

Kosten der ordentlichen Untersuchung 3 Thaler, der außerordentlichen ebensoviel und außerdem Reisekosten, wenn die Untersuchung außerhalb des Wohnortes des Sachverständigen geschieht. Name und Wohnort des mit der Untersuchung der Dampfkessel Beauftragten werden für jeden Untersuchungsbezirk im Amtsblatt bekannt gemacht.

Circularverfügungen vom 4. April 1855, die Bedingungen betreffend, unter welchen Dampfkessel unterhalb oder innerhalb solcher Räume aufgestellt werden dürfen, in denen sich Menschen aufzuhalten pflegen.

Eine kürzlich vorgekommene Dampfkesselexplosion, bei welcher mehrere Menschen das Leben verloren haben, hat zu einer näheren Erörterung der Frage Veranlassung gegeben, ob die nach §. 3 des Regulativs vom 6. September 1848 gestattete Aufstellung kleinerer Dampfkessel unterhalb oder innerhalb solcher Räume, in welchen sich Menschen aufzuhalten pflegen, für die Folge gänzlich zu untersagen sei. Nachdem ich hierüber die gutachtlichen Aeußerungen der technischen Deputation für Gewerbe und der technischen Baudeputation eingefordert habe, vermag ich die Ausdehnung des in der allegirten gesetzlichen Bestimmung erhaltenen Verbots auf solche Dampfkessel, deren vom Feuer berührte Fläche nur 50 Quadratfuß oder darunter beträgt, nicht für angemessen zu erachten. Dagegen erscheint es nothwendig, bei der Anlage solcher Kessel, welche gesetzlich unterhalb und innerhalb bewohnter Räume aufgestellt werden dürfen, Vorkehrungen

zu treffen, durch welche bei einer etwa plötzlich eintretenden Störung in der Wirksamkeit der Speisevorrichtungen der Heizer in den Stand gesetzt wird, die Einwirkung des Feuers auf den Kessel möglichst schnell zu hemmen.

Zu diesem Behufe ist in den eben bezeichneten Fällen für die Folge in den zu ertheilenden Konzessionen stets die Bedingung zu stellen, daß

1) durch irgend eine zweckdienliche Vorrichtung — etwa zum Kippen des Rostes — der Kessel sofort der Einwirkung des Feuers möglichst entzogen, und daß
2) durch Anbringung von Klappen oder Schiebern die Möglichkeit gegeben werde, in entscheidenden Momenten den Zutritt der Luft zur Feuerung abzuschließen.

Fernere Verordnungen und Gesetze bestimmen:

unterm 7. Mai 1856 über Verantwortlichkeit des Besitzers und des Wärters eines Dampfkessels für dessen gute Erhaltung;

unterm 23. August 1856 über die ordentlichen und außerordentlichen Untersuchungen der im Betrieb befindlichen Dampfkessel.

Die Circularverfügung des königlichen Handelsministeriums vom 13. März 1855 ordnet die Aufstellung der Lokomobilen.

Aus dem Erlaß vom 6. Januar 1859 wegen Feststellung der Pferdestärke und des Atmosphärendruckes nach dem neuen Landesgewicht.

Die Pferdestärke ist auf 480 Sekundenfußpfund, der Druck der Atmosphäre zu 14 Pfund pro Quadratzoll in allen amtlich vorzulegenden Berechnungen und Leistungsangaben zu stellen.

L. Formular eines Lieferungsvertrages.

Zwischen dem Herrn NN, Unternehmer, wohnhaft in O, einestheils, und dem Herrn PP, Maschinenfabrikant (Ingenieur), wohnhaft zu M, anderntheils, wurde heute nachstehender Vertrag geschlossen:

Artikel I.

Herr Maschinenfabrikant PP liefert dem Herrn NN eine Dampfmaschine von zwanzig Pferdestärken zum Betriebe seines zu Y gelegenen Etablissements. Dieselbe soll mit größter Solidität Eleganz verbinden und speciell in folgender Art konstruirt sein:

Der Dampfkessel soll mit zwei Sieberöhren versehen, seine Wandstärke auf den Druck von $3\frac{1}{2}$ Atmosphärenpressungen über den Luftdruck berechnet sein und auch die Wasserprobe laut beizufügendem Attest für den zweifachen Druck, also auf 7 Atmosphären gut bestanden haben.

Die Ventilbelastung ist auf den Druck von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären eingerichtet.

Die Maschine soll eine doppeltwirkende Hochdruckmaschine mit Balancier (1) auf Säulen und Fundament gebaut sein. — Jene 20 Pferdestärken (zu 75 Sekundenkilogrammeter) sind für einen Expansionsgrad auf der Hälfte des Hubes zu verstehen; der Herr PP wird die Einrichtung treffen, auch den Dampf auf dem ersten und letzten Drittheil des Hubes abzusperren, um die Kraft der Maschine im ersten Falle zu reduciren, im andern vergrößern zu können, und er wird insbesondere dafür Sorge tragen, die Maschinentheile jener stärksten Kraftentwickelung entsprechend stark zu machen.

Artikel II.

Demzufolge begreift die Lieferung in sich: die Maschine mit Kessel, vom Feuerroste bis inclusive Schwungrad und dessen Welle, nebst Fundament- und Befestigungsschrauben, Bolzen u. s. w., den Dampf- und Wasserleitungsröhren (2). Insbesondere aber bedingt sich Herr NN

noch aus: 20 Stück Reservekesselschrauben, Gabelschlüssel zu sämmtlichen Schraubenmuttern und einen Universalschlüssel (englischen oder französischen Schlüssel) (3).

Artikel III.

Die Lieferung und Aufstellung resp. Ingangsetzung soll von heute an gerechnet in drei Monaten erfolgen, und zwar ganz auf Kosten des Fabrikanten. Doch wird Herr NN die erforderlichen Handlanger zur Bewegung schwerer Lasten auf seine Kosten stellen.

Es verpflichtet sich ferner:

Der Herr PP zur Lieferung der nöthigen Zeichnungen und Beschreibungen in duplo, behufs Erlangung der Konzession, und eines Bauplanes für die Fundamentirung innerhalb drei Wochen.

Der Unternehmer NN zur Herstellung der Fundamente auf seine Kosten und der ganzen baulichen Einrichtung, so daß die Aufstellung innerhalb zwei Monaten von heute ab (nach der Vorschrift jenes Planes) sicher beginnen kann (4).

Außer diesen Fundamenten liefert der Herr NN die Utensilien und Materialien, wie sie die Zusammensetzung und der spätere Gebrauch der Maschine erfordert (5).

Für den Fall, daß es der Herr NN vorzieht, einen Techniker des Herrn PP zur Leitung des Baues zu bestellen, soll dieser in fünf Wochen eintreffen und werden demselben die Reisekosten und außerdem Diäten mit ... Thaler pro Tag der in dieser Sache verwendeten Zeit vergütet.

Für verspätete Lieferung, wenn die Schuld nicht in außergewöhnlichen Umständen liegt, unterwirft sich der Lieferant einer Conventionalstrafe von ... Thalern für jede Woche, welche er die Maschine zu spät liefert und in den Gang bringt.

Artikel IV.

Der Herr PP garantirt für die von ihm gelieferte Maschine hinsichtlich der Stärke der Kraftäußerung (Nutzeffekt), sowie für Güte der Konstruktion und des Materials sechs Monate vom Tage der Ingangsetzung an; ein von ihm gestellter (6) Wärter wird in dieser

Zeit die Maschine führen und es wird diesem zur Pflicht gemacht, den von Herrn NN ihm zugeordneten Arbeiter in allen Theilen zu unterweisen, aufzuklären und zum Wärter heranzubilden. — Sein Wochenlohn wird sein ... Thaler. Der Fabrikant PP ist verbunden, auf seine Kosten erwiesen schad- oder mangelhafte Theile gut zu ersetzen; doch trägt er keine Verbindlichkeit für Aufenthalte und Zeitverluste in der Fabrikation (7).

Artikel V.

Als Bezahlung und Entschädigung für seine Leistung, Lieferung und Garantie empfängt Herr PP von Herrn NN die Summe von .... Thalern, geschrieben ...... Thalern preuß. Courant, und zwar:

$^1/_3$ in Baar bei oder spätestens acht Tage nach Abschluß des Vertrages,

$^1/_3$ in Baar bei Fertigstellung der Maschine zum Versenden,

den rechnungsmäßigen Rest vier Monate später (8).

Artikel VI.

Sollten über Auslegung des Inhaltes gegenwärtigen Vertrages oder über die Leistung der Maschine zwischen den Kontrahenten Differenzen entstehen, in denen sie sich nicht einigen können, so wollen dieselben mit Vermeidung des gerichtlichen Weges zwei Experten erwählen, und sollten auch diese nicht einig werden, so wird zur definitiven Entscheidung von diesen ein Obmann gewählt. Die Kosten dieses Verfahrens trägt der verlierende Theil.

Artikel VII.

Zu diesem Vertrage sind die gesetzlichen Stempel verwendet (oder beicassirt) worden, deren Kosten von den Kontrahenten zu gleichen Theilen getragen werden.

Also doppelt und gleichlautend ausgefertigt, unterschrieben und jedem der Kontrahenten ein Exemplar zugestellt.

O, den ... M, den ...

NN. PP.

Anmerkungen.

1. Das System der Dampfmaschine muß deutlich angegeben sein (nach Kapitel V.).

2. Die Leitung des kalten Wassers, die Saugröhren der Kaltwasserpumpe und die Röhren für den gebrauchten Dampf bei Hochdruckmaschinen sind in der Regel hiervon ausgenommen; öfters liefert der Fabrikant sogar nur 20 Fuß von Dampf- und Wasserröhren, da nämlich, wo die Lokalität oder der Plan bei Vertragsschluß noch nicht bekannt war. Man verständige sich genau über diesen Punkt.

3. Auch die besonderen Theile werden gewöhnlich nicht mit abgegeben. Der Unternehmer bezieht sie aber besser und passender von dem Maschinenfabrikanten, als anders woher, und wird also jenem deshalb eine geringe Erhöhung des Maschinenpreises zugeben.

4. Wenn auf Veranlassung des Maschinenfabrikanten eine Untersuchung und Aufnahme der Lokalität nicht statt hat, so versäume doch der Unternehmer nicht, das Niveau des Brunnens, die Tiefe desselben, oder überhaupt über die Wasserverhältnisse Mittheilungen zu geben, damit darnach die Einrichtung der Pumpen getroffen werden könne. Bezüglich der Fertigstellung des Baues gilt, daß alles so weit sei, als es der Fabrikant vorgeschrieben, daß die Lokalitäten unter Dach, mit Thüren und Fenstern 2c. versehen seien.

5. Z. B. Kitt, Hanf, Fett, Farben und Oel.

6. Oder gebilligter Wärter.

7. Eine specielle Garantie des Kohlenverbrauches kann der Fabrikant, der Verschiedenheit der Kohlen halber, wohl selten eingehen. Dagegen soll seine Maschine nicht mehr verbrauchen, als anerkannt gute Maschinen, die sich derselben Sorte von Brennstoff bedienen.

8. Dem Fabrikanten gebührt die Vorauszahlung, sowohl weil er bedeutende Vorschüsse machen, als er auch eine Sicherheit der Abnahme für die fertige Maschine haben muß. — Bei inländischen Behörden ändern sich in der Regel die Zahlungsbedingungen so ab, daß

$1/2$ bei Lieferung,
$1/3$ bei Ingangsetzung und
$1/6$ nach Ablauf der Garantiezeit gezahlt werden.

M. Dienstvertrag.

Die Unterzeichneten, nämlich Fabrikbesitzer H, wohnhaft in D, und der Maschinist J, wohnhaft in K, haben heute nachstehenden Vertrag abgeschlossen:

1. Der Maschinist J tritt von heute an in die Dienste des Herrn H als Wärter für die Dampfmaschine und den zugehörigen Fabrikbetrieb; er verpflichtet sich und verspricht hiermit, alle die nothwendigen Arbeiten (a) an der Maschine und ihrem Zubehör, sowohl beim gewöhnlichen Gange als bei Unfällen nach bestem Wissen zu verrichten, die ihm anvertrauten Gegenstände im vollkommensten Zustande zu erhalten, so daß Verbrauch und Verschleiß möglichst gering ausfallen.

2. Der Maschinist J, mit dem bestehenden Fabrikreglement bekannt gemacht, erklärt sich mit den Bestimmungen desselben einverstanden und unterzieht sich also demselben (b).

3. Herr H zahlt dagegen dem Maschinisten J einen Wochen- (Jahres-) Lohn von ... Thalern. Geringfügige Arbeiten und Nachhülfen unter 1/4 Tag sind hiermit eingerechnet. Wenn an Feiertagen oder während der Nacht lange und außergewöhnlich gearbeitet werden muß, so wird dieses nach obigem Verhältniß besonders vergütet. Je nach dem Grade der Zufriedenheit, welchen sich der Maschinist J erwirbt, wird sich Herr H durch besondere Gratifikationen erkenntlich zeigen, wodurch aber für jenen nie ein Rechtsanspruch entstehen soll (c).

4. Der Maschinist ist nur dem Herrn H, dessen Stellvertreter und dem technischen Angestellten (Direktor) verantwortlich und hat nur von diesen seine Verhaltungsmaßregeln anzunehmen.

5. Die Dauer des gegenwärtigen Vertrages ist auf drei nach einander folgende Jahre von heute an bestimmt; findet nach Ablauf derselben keine Kündigung oder Aenderung statt, so soll der Vertrag für beide Theile auf weitere drei Jahre Geltung haben. Die Aufkündigung von beiden Seiten muß drei Monate vor Ablauf der Vertragszeit erfolgen.

6. Dem Fabrikbesitzer H steht es zu, in wichtigen Fällen nach §. ... des Fabrikreglements den Vertrag sofort aufzuheben. Ein früheres freiwilliges Ausscheiden des Maschinisten aber verpflichtet diesen zu einer Entschädigung von ... Thalern an den Fabrikbesitzer, für welche der nachfolgende Dienstherr von jenem in Anspruch genommen werden soll.

Doppelt ausgefertigt und jedem der Kontrahenten ein Exemplar zugestellt.

Fabrikbesitzer H. Maschinist J.

Anmerkungen.

a. Die Arbeiten sollen hier möglichst specificirt werden, ebenso werden neben der allgemeinen Arbeitszeit die Vor- und Nacharbeitsstunden des Maschinisten festgestellt.

b. Fabrikordnung, Ordnungsstrafen, Abzüge, augenblickliche Entlassung in den schlimmsten Fällen.

c. Will der Besitzer den Maschinisten an den Ersparnissen betheiligen, so lege er eine gewöhnliche Monatsrechnung zu Grunde, und gebe dann von den bei gleicher Leistung der Maschine erwirkten Ersparnissen dem Wärter 20 bis 33 Proc. oder $^1/_5$ bis $^1/_3$.

N. Instruktion für das Personal bei der Dampfmaschine.

1. Der Maschinist und der Heizer haben sich an den gewöhnlichen Arbeitstagen $^1/_2$ Stunde, und nach besonderen Veranlassungen verhältnißmäßig früher, als zur Arbeitsstunde einzufinden, damit

2. das Feuer nicht zu rasch und zu heftig von vornherein gemacht, sondern allmälig verstärkt werde, auch die Maschine beim Schlagen der Arbeitsstunde zum Anlassen bereit sei.

3. Es soll das Brennmaterial $^1/_2$ Tag vor dem Verbrauch herbeigeschafft und präparirt werden.

4. Das Schüren geschehe zur rechten Zeit und in nicht zu starken Ladungen auf einmal, so daß das Feuer immer gleich stark ist; der Rost sei ganz mit Brennstoff belegt, aber rein und klar, das Aschenloch soll hell erscheinen vom darüber liegenden Roste und nicht mit Asche überfüllt sein.

5. Der Maschinist überzeuge sich von der Beweglichkeit des Sicherheitsventils, des Schwimmers, des Registers und von der Thätigkeit des Manometers, sobald dessen Hahn geöffnet ist.

6. Der Wasserstand im Kessel soll Morgens 1 Zoll mehr denn gewöhnlich betragen, den Tag über aber fortwährend auf der Normalhöhe erhalten werden.

7. Heizer und Maschinist sollen den Kessel gut beobachten auf etwaige Veränderungen, Bauchungen oder Schweißen, und von diesen Unfällen gehörige Anzeige machen.

8. Die Reinigung der Züge wird alle acht Tage, die des Kessels von Pfannenstein alle vier Wochen vorgenommen.

9. An den Sicherheitsventilen und dem Manometer dürfen keinerlei Aenderungen oder Versuche geschehen, ohne vorher den Besitzer oder technischen Vorstand in Kenntniß gesetzt zu haben.

10. Daß die Maschine zu allen Zeiten mit ihrer normalen oder erforderlichen Geschwindigkeit arbeite, wird sich der Maschinist aufs Bestimmteste angelegen sein lassen, wofür er noch speciell verbindlich gemacht wird. Zur fleißigen genauen Beobachtung diene ihm das Pendel im Maschinenlokal.

11. Was die übrige und specielle Wartung der Maschine und ihres Zubehörs angeht, so vertraut man der Einsicht des Maschinisten, daß das Nöthige zur Zeit geschehe und das für den Besitzer Wünschenswerthe nicht außer Auge gelassen werde.

12. Das Maschinenlokal soll so viel als möglich abgeschlossen bleiben und nicht zum Aufenthaltsorte für die Arbeiter dienen. In Sachen des Betriebes, der Fabrikation haben nur die Werkmeister und zwar in wichtigen Fällen unter Zuziehung des technischen Vorstandes, mit dem Maschinisten zu verhandeln. Diese verabreden auch die Signale, welche mittelst der Lärmglocken oder der Sprachrohre hin und her gegeben werden. Nur in gefährlichen Fällen darf ein Arbeiter

durch dieses Mittel den Maschinisten angehen und zu Maßregeln bestimmen.

13. So wie es die Fabrikation erlaubt, soll das Feuer eine halbe Stunde vor Tagesschluß nicht mehr erneuert, sondern allmälig verringert werden. Maschinist und Heizer dürfen sich erst entfernen, wenn die Feuer gedeckt oder gelöscht und alle Vorbereitungen für den nächstfolgenden Beginn getroffen sind.

14. Sollte die Zeit für den Maschinisten oder die Heizer durch ihre Arbeit nicht vollständig ausgefüllt werden, so wird der Besitzer oder technische Vorstand mit denselben Verabredung nehmen wegen Hilfsleistung bei anderen Arbeiten, die aber gegen die Beschäftigung mit der Maschine zurückstehen sollen, also niemals Grund zu einer Ausrede geben können.

15. Maschinist und Heizer haben durch Unterzeichnung dieser Instruktion ihre Kenntniß derselben und die Uebernahme ihrer Verpflichtungen beurkundet. Sie bezeugen ferner eben dadurch, von ihrem Arbeitgeber Kenntniß der speciell sie betreffenden allgemein gesetzlichen Instruktionen erlangt zu haben.

Anmerkung. Es möge hier noch auf die Instruktion des französischen Ministers vom 22. Juli 1843 Bezug genommen werden, welche in den Verhandlungen des Gewerbevereins in Preußen, 1869, Seite 139, zu finden ist.

O. Verbrauchs-Tafel.

Monat Juni.

	Montag.			Dienstag.			Mittwoch.			Donnerstag.			Freitag.			Sonnabend.			Summa.			Bemerkungen.
	Dat.		St.	Dat.		St.	Dat.		St.	Dat.		St.	Dat.		St.	Dat.		St.	Stk.	Brk.	Oel.	
Steinkohlen		ıııı—			ıııı+—			ıııı—											30			
Braunkohlen		ıııı+ııı			ıııı+ıııı			ıııı+ıı												48		
Oel	2	1		3			4	1		5			6			7					4	
Heizer		Otto			O.			O.														
Expansion		III	10		III	11		IV	11													
	9	Kluge		10	K.		11			12			13			14						
			10			11																
	16			17			18			19			20			21						
			10			11																
	23			24			25			26			27			28						
			10			11																
	30																					
			10																			Arbeitsstunden
Summa			50			44			44			44			43			40	120	220	17	265

Anmerkungen.

Bei großen Maschinen, wo mehrere Heizer nöthig sind, werden deren Namen in die betreffende Rubrik geschrieben, um wo möglich ihre Arbeit mit einander vergleichen zu können.

Die Rubriken „Steinkohlen“, „Braunkohlen“ sind hier beispielsweise gewählt, um zu zeigen, wie bei Anwendung von zweierlei Brennstoff verfahren wird. Jedes einzeln angelieferte Maß: Karre, Scheffel, wird in der gebräuchlichen Art mit Strichen und Abtheilung in 5 notirt.

Wie nun der Verbrauch jeder Woche und der des ganzen Monats ermittelt wird, ist leicht zu ersehen.

Die Belastung der Maschine ist nach verschiedenen Graden einzutheilen, z. B. hier auf I., II., III. und IV. Grad. Bei IV. würde beispielsweise die Maschine mit Expansion auf $^2/_3$ des Kolbenlaufes, bei III. mit Expansion auf $^1/_2$ desselben arbeiten. Der Montag wird immerhin einen größern Aufwand an Brennstoff zeigen, weil am Tage vorher nicht gearbeitet worden ist. Nach geschehener Kesselreinigung und nach größerer Abkühlung wird der Verbrauch noch größer sein, weshalb der Maschinist diesen Grund dann zu vermerken hat.

P. Verzeichniß

technischer Ausdrücke der deutschen, englischen und französischen Sprache.

Bemerkung. Die deutschen Wörter sind alphabetisch geordnet.

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
A.		
Abkühlung	cooling	réfrigeration
Abnutzung	wear and tear	usure
Achse, Welle	axis	axe
Adhäsion	adhesion	adhérence
Ambos	anvil	enclume
Anhalten	to stop	arrêter
Anthracit	anthracite	anthracite
Arbeit, Leistung	work	travail
Arbeitsmaschine	operator	opérateur, outil
Arbeitsthür am Flammofen	door	porte de travail
Architekt, Baumeister	builder	constructeur, architecte
Asche	ashes	cendres
Aschenfall	ash-pit	cendrier
Aschenkasten	ash-pan	cendrier
Auge	eye	oeil
Ausfluß, Ausströmen	eduction, effluxion, discharge	émission, écoulement
Ausrücken	disengage, throw out of gear	désembrayer
Ausströmen (Verlorengehen)	escape	échappement, perte

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
B.		
Bahn, Weg	road	route, chemin
Bahn des Hammers	face of the hammer	panne du marteau
Balancier	engine-beam	balancier
Balanciermaschine	beam-engine	machine à balancier
Bandeisen	hoop-iron	feuillard
Bänder des Parallelogr.	links	liens
Befestigt	fastened	calé, attaché
Belastung	load	charge
Bewegung	motion	mouvement
Bewegung, hin- und hergehende	alternate m.	m. alternatif. m. de va-et-vient
Bewegung, drehende, rotirende	rotation	m. de rotation
Blasrohr	blast-pipe	tuyau d'échappement, tuyère
Blech	sheet-iron	tôle
Blechwalzen	plate rollers	laminoirs à tôle
Blei	lead	plomb
Boden	bottom	fond
Boden, Stand des Lokomotivführers	foot board	plancher
Böden, doppelte	double bottom	double fonds
Bohrmaschine für Löcher	drilling machine	machine à forer ou à percer
Bohrmaschine für Cylinder	boring machine	m. à aléser
Bohrung	the bore	alésage
gebohrt	bored	alésé
Bolzen	bolt	boulon
Brandring, Stahlring	conical steelring	chapeau
Braunkohle	brown coal	lignite
Bremse	brake	frein
Brennstoff	fuel	combustible
Bronze	bronze	bronze
Brunnen, heißer Ausgußkasten der Luftpumpe	well hot well, or warm-water cistern	puits cuvette du condenseur
Bügel an der Treibstange	bow, strap	bride
C.		
Centrifugalkraft	centrifugal force	force centrifuge
Centripetalkraft	centripetal force	force centripète
Centrum, Mittelpunkt	centre	centre
Chabotte	anvil-block	billot

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Condensation	condensation	condensation
Condensator	condenser	condenseur
Cylinder	cylinder	cylindre
Cylinderdeckel	cylinder-cover	couvercle du cylindre
D.		
Dach od. Dom d. Kessels	dome	dôme
Damm, Aufschüttung	embancment, dam	remblai
Dampf	steam	vapeur
Dampfbüchse, Kasten	steam-chest	boîte à vapeur
Dampfdicht	steam-tight	étanche de vapeur
Dampfkammer	steam-room	chambre à vapeur
Dampfkessel	boiler	chaudière
Dampfmaschine	steam-engine	machine à vapeur
Dampfmaschine, Niederdruck-	low pressure st. engine	machine à basse pression
Dampfmaschine, Hochdruck-	high pressure st. eng.	machine à haute pr.
Dampfpfeife	whistle	sifflet à vapeur
Dampfpumpe	donkey	petit cheval
Dampfregulator	regulator	régulateur de vapeur
Dampfeinlaßventil	valve, stop valve	soupape d'admission
Dampfrohr	steam-pipe	tuyau à vapeur, oder conduit de vapeur
Dampfschiff	steamer	bateau à vapeur
Dampfweg oder Dampföffnungen	porte-holes (upper and under porte-holes) steam-porte	passages de vapeur, lumières, d'entrée, de sortie
Daumring (Hammerwerk)	camring	bague à cames
Daumen, Hebedaumen	cams	cames
Deckel	lid, cover	couvercle
Deckfläche (der Schieber)	lap	recouvrement
Dichtigkeit	density	densité
Docht	cotton-wick	mèche de coton
Drehbank	lathe	tour
Drosselklappe	throttle-valve	robinet modérateur
Druck	pressure	pression
Druckpumpe	force-pump, forcing-pump	pompe foulante
Dübel zum Mitnehmen	driver	conducteur moteur
Durchmesser im Lichten	diameter inside	diamètre intérieur
Durchmesser, äußerer	diameter outside	diamètre extérieur
Durchschnitt, Einschnitt	cutting	tranchée, déblais
Dynamometer	dynamometer	dynamomètre
Bremsdynamometer	dynamometrical brake	frein dynamomètrique

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
E.		
Ebene, geneigte	inclined plain, gradient	plan incliné
Effekt	effect	effet
nützlicher, Nutzeffekt	useful effect	effet utile
Nebeneffekt	lost effect	effet perdu
Totaleffekt	wohle effect	effet total ou absolut
Einheit der mechanischen Leistung, z. B. Fußpfund	dynamical unity	unité dynamique
Einrichtung	arrangement	disposition
Einrücken, einfahren	to engage, throw in gear	embrayer
Einspritzhahn	injection-cock	robinet d'injection
Eisen	iron	fer
Eisen, gegossenes	cast iron	fer fondu, fonte
Eisen, geschmiedetes	wrought iron	fer forgé
Eisenbahn	railway	chemin de fer
Eisenbahnschienen	rails	rails
Eisengießerei	foundry	fonderie de fer
Erdwinde	capstan	cabestan
Esse oder Schornstein	chimney	cheminée
Excentrik	eccentric	excentrique
Excentrikring	hoop, strap	bague d'exc., bande
Excentrikstange	eccentric-rod	tirant ou barre d'exc.
Expansion	expansion	expansion, détente
F.		
Fall, Neigung	descent	descente
Feder (Feder und Nuth)	fillets or grove and tongue	languettes et rainure
Federn	springs	ressort
Spiralfeder	spiral-spring	ressort à boudin
Federwaage am Sicherheitsventil	spring-balance	balance à ressort
Feile	file	lime
Feststehende Maschine	stationary engine	machine fixe
Feuer	fire	feu
Feuerbrücke	fire-bridge	autel
Feuerhaken, Schüreisen	fire-hook	ringard, rabot
Feuerkasten, Feuerbox, Feuerbüchse	fire-box	boîte à feu
Feuerrost	fire-grate	grille du foyer
Feuerroststäbe	fire-bars	barres de grille
Flachstab	flat bar	barre plate

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Flamme	flame	flamme
Friktionskuppelung	friction clutch	manchon à friction
Füllapparat	feeding apparatus	appareil d'alimentation
Füllrohr	feed-pipe	tuyau d'alimentation
Fuß	foot	pied
Fuß- oder Bodenventil der Luftpumpe	foot valve	soupape d'aspiration
G.		
Gallerie, Geländer an der Lokomotive	foot-board	galerie
Gas	gas	gaz
Gasbeleuchtung	gas-light	éclairage au gaz
Gegenlenker	radius-bar	bras de rappel
Gegossen	cast	coulé, fondu
Gehülfe	assistent	aide
Gelenk, Charnier	joint, hinge	charnière
Gelöthet mit Zinn,	soldered	soudé à l'étain
Schlagloth	braized	brasé
Genietet	riveted	rivé
Geschweißt	welded	soudé à chaude suante
Geschwindigkeit	velocity	vitesse
Gestell-Bodenplatte	bed-plate	grande plaque, pl. de fondation
Gewicht	weight	poids
specifisches	specific weight	poids spécifique
Gewölbe	arch, vault	voûte
Gitter, Ballustrade	fence	ballustrade, treillage
Göpel	whim-gin, horse-capstan, whip-gingin, or whimsy	manège
H.		
Hahn	cock	robinet
Probirhahn	gauge-cock	robinet d'essai
Haken	crook	crochet
Halbmesser	radius	rayon
Handhabe	handle	manette
Hanf	hemp	étoupe
Hanfseele (eines Seiles)	jow	âme
Hanfheede	hurds or tow	chanvre
Hanfleinwand	hemp-cloth, linnen	tissu de chanvre
Haspel	crab, windlass	treuil
Hebel	lever	levier

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Umstellhebel	reverting gear	lévier de renversement (de distribution).
Heber	siphon	siphon
Heberdocht	siphon-wick	mèche à siphon
Heerd (Flammofen)	body of the furnace	sole
Heizer	fireman	chauffeur
Heizkraft	heating power	puissance calorifique
Heizloch	stoke-hole	embrasure
Heizung	heating, warming	chauffage
Hobelmaschine	planing machine	mach. à raboter
Holz	wood	bois
Holzkohle	char-coal	charbon de bois
Hub, Hublänge oder Hubhöhe	stroke	course
J.		
Ingenieur	engineer	ingénieur
K.		
Kaltwasser-Cisterne	cold water-cistern	bâche à eau froide
Kaltwasser-Pumpe	cold water-pump	pompe d'eau froide
Kämme, hölzerne Zähne	cogs	alluchons
Kammsasse	space between two theeths	creux
Keil	wedge, key	coin, clef
Keil und Lösekeil	gib and cotter	clavette et contreclavette
Kerbe	notch	encoche
Kessel	boiler	chaudière
Kesselplatte	boiler plate	tôle
Kesselstein	sediment	sédiments, incrustations, dépots
Kitt	cement, putty	ciment, lut, mastic
Klauenfett, Knochenöl	neats-foot-oil	huile de pied de boeuf
Knaggen	stars	rébords saillants
Knie, eiserner Winkel	iron knee	équerre en fer
Kolben	piston	piston
massiver (Taucher)	plunger, ram	plongeur
Kolbenstange	piston-rod	tige de piston
Koke	coak, coke	coke
Kraft	force	force
Kraft, beschleunigende	accelerating force	force accélératrice
Kraft, bewegende	moving force	force motrice
Kraft, verzögernde	retarding force	force retardatrice
Kronrad	crown-wheel	coue de champ
Krümmung	curve	courbe

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Krümmungshalbmesser	curve radius	rayon de courbure
Krummzapfen	crank	manivelle
Kugel	ball	boulet, balle, sphère
Kugelzapfen	ball and socket joint	tourillon à boulet
Kupfer	copper	cuivre rouge
Kuppelung zum Ausrücken	clutch	manchon d'embrayage
Kuppelungsmuffe	coupling box, crab	manchon
Kurbel	crank, winch	manivelle, coude
Kurbelachse	cranked axle	axe coudée
Kurbelstange, Pleuelstange	connecting rod	bièle, bielle
Kurbelzapfen, Nocken	crank-pin	tourillon, prisonnier
L.		
Leder	leather	cuir
Leistung einer Kraft	work, labouring force, duty	travail mécanique
Leitungen, Führungen	guides, slides	guides, glissoires
Leitrollen	rollers	galets
Liderung	packing	garniture de boîte à étoupes
Lokomotive	locomotive-engine	machine locomotive
Lohn	wages	salaire
Luft	air	air
Luft, heiße	heated air	air chaud
Luftpumpe	air-pump	pompe à air
Luftventil	air-valve	soupape à air, reniflard
Luppe	lump	loupe
M.		
Mannloch	man-hole	trou d'homme
Manometer	manometer, mercurial gauge	manomètre
Mantel des Cylinders	steam-jacket	chemise
Maschine	engine, machine	machine
Kraftmaschine	receiver	récepteur
Arbeitsmaschine	operator	opérateur, outil
Zwischenmaschine	communicator	communicateur
Triebwerk	gearing	engrenages, manège
Maschinist	engine-man, or driver	mécanicien, conducteur
Mechanik	mechanics	mécanique
Meißel	chisel	ciseau, burin
Messing	brass	cuivre jaune, laiton

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Mittellinie	center line	ligne centrale
Motoren	motors	moteurs
Mühle, Mahlmühle	mill	moulin
Oelmühle	oil-mill	huilerie
Sägemühle	saw-mill	scierie

N.

Nabe	nave	moyeu
Neigung, Fall	gradient	pente
Niete	rivet	rivet
Normalgeschwindigkeit	propre speed	vitesse normale
Nuth, Keilnuth	key-bed	rainure

O.

Oberfläche	area	surface
Oeffnung, Falz	aperture	ouverture, rainure
Ofen	furnace	fourneau

P.

Parallelogramm	parallel motion	parallélogramme
Pendel	pendulum	pendule
Pfannen	brasses	coussinets, collets grains
Pfannendeckel	cap piece, gland	chapeau
Pferdestärke	horse power	cheval-vapeur, puissance de cheval
Planetenrad	sun and planet wheel	roue planétaire
Probirhahn	gauge cock	robinet d'essai, robinet-jauge
Probirhahn an der Pumpe	pet-cock	robinet d'essai des pompes
Puddel- oder Präparirwalzen	roughing or pudlers rollers	laminoirs dégrossisseurs
Puddelofen	puddling furnace	four à pudler
Pumpe	pump	pompe
Pumpenstiefel	barrel of pump	corps de pompe

Q.

Quadrant	quadrant	quadrant
Quadratzoll	square inch	pouce carré
Quecksilber	mercury	mercure
Querhaupt der Kolbenstange	cross-head	tête croisée de tige

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
R.		
Rad	wheel	roue
Radachse	axle-tree	essieu
Radbüchse	chair of wheel, bush	boîte de roue
Radfelgenkranz	rim, segment	jante
Radreifen, Bandage	tyre	bande
Radspeichen	spokes	rais
Radspeichen, hohle	tubular spokes	rais creux
Radzahn	cog or tooth	dent de roue
Räder, gekuppelte	coupled wheels	roues accouplés
Rahmen, Gestell	frame	chassis, cadre
Rahmen, innerer, Lokomot	inside frame	chassis intérieur
Rand, Kragen	flange	rebord
Rauch	smoke	fumée
Rauchkammer, -büchse	smoke box	boîte à fumée
Register, Schieber	damper	registre
Regulator, Moderator	governor	modérateur
Reibung	friction	frottement
Reibender Theil	rubbing part	partie frottante
Reif, Ring	hoop	cercle, virole
Riemen, Laufriemen	band, scrap	courroie
Röhre	pipe, tube	tuyau, conduit
Röhrenkessel	tubular boiler	chaudière tubulaire
Rohr, Zweigrohr	branching pipe	t. d'embranchement
Ausgangsrohr	discharge pipe	tube de sortie
Ausgangsrohr, trichterförmiges	funnel pipe	cond. en entonnoir
Rost	grate	grille
Roststäbe	fire-bars	barres du foyer, de grille
Ruß	soot	suie, noir de fumée
Rückwärts	backwards	en arrière
Rückwärtsgehen	to go backwards	aller en arrière
Rückwärtsbewegung	retrograde motion	marche en arrière
Riemscheibe	pulley	poulie
Riemscheibe, feste und lose	fast and loose pulley	poulie fixe et poulie folle
S.		
Saugpumpe	pump	pompe aspirante
Saugrohr	suction-pipe	tuyau d'aspiration
Scala	scale	échelle
Schaufeln (Wasserräder)	floats or paddles	palettes
Scheibe	disk	disque
Scheibe, excentrische	eccentric	excentrique

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Schieber	slide, sliding valve	tiroir
Schiebergestänge	valve-rods	armature du tiroir
Schieberkasten	slide-box, nozzle	boîte du tiroir
Schieberstange	slide-rod	tige du tiroir
Schlacken	cinders	scories, crasses
Schlammlöcher	mud-holes	orifices de nettoyage
Schmiedeisen	wrought-iron	fer forgé
Schmierbüchse	lubricator, oil-cup	boîte à huile
Schmiermittel	oil, grease	enduits, graisse
Schneideisen	bolt- and nail-rods-iron	verges à clous
Schneidwerk	slitting mill	fenderie, mach. à fendre le fer
Schneidzeug	slitters, or cutters	trousses
Schornstein	chimney	cheminée
Schraube	screw	vis
Schraube ohne Ende	endless screw	vis san fin
Schraubenbolzen	screw-bolt	boulon taraudé
Schraubengewinde	thread (of a screw)	filet (d'une vis)
Schraubenmutter	nut	écrou
Schuppen	shed	hangar
Schütze	sluice, shud	vanne
Schweißen	to weld	souder à chaude suante
Schweißofen	heating or wilding furnace	four à réchauffer
Schwerpunkt	centre of gravity	centre de gravité
Schwimmer	float	flotteur
Schwungrad	fly-wheel	volant
Sechsrädrige Maschine	six wheeled engine	mach. à six roues
Seil	rope, cord	corde, câble
Siederöhren	boiler tubes, heating tubes	bouilleurs
Sicherheitsventil	safety-valve	soupape de sûreté
Sockel, Schwelle	socle	sole
Speichen	spokes	rais
Speisepumpe, auch	feed-pump	pompe alimentaire
Heißwasserpumpe	hot water pump	pompe à eau chaude
Spindel	spindle	axe, broche, fusée
Spritze, Feuerspritze	fire-engine	pompe à feu
Stab, eingetheilter, graduirter	graduated scale	échelle graduée
Ständer der Walzen	cast iron frames	cages, fermes
Stahl	steel	acier
Stahlschlitten (einer Drehbank)	support	support fixe
Gußstahl	cast steel	acier fondu
Stange	rod	tige, verge
Stehbolzen	stay	entretoise

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Steigung	accent	remont
Steinkohle	pit coal, coal	houille
Steuerung	distributing valve-motion	distribution
Steuerung mit Coulisse	link-motion	distr. à coulisse
Stirnhammer	forge-hammer	marteau frontal
Stirnrad	spur wheel	roue droite
Stöcke, Triebstöcke	leaves, staves	fuseaux
Stockgetriebe	trundle	lanterne
Stopfbüchse	stuffing box	boîte à étoupes
Stöpsel	plug, cork, peg	bouchon
Strahlende Wärme	radiating heat	calorique rayonnant, chaleur rayonnée
Streck- oder Stabeisenwalzwerk	finishing or merchant rolls	cylindres étireurs, marcheurs
Stützpunkt eines Hebels	fulcrum	point d'appui
Support (Stütze)	pillar	support
T.		
Tau	tow	câble
Tender (Lokomotiven-)	tender (engine-)	tender (de locomotive)
Theilkreis	pitch-circle, pitch-line	cercle primitif
Theilung, Schrift	pitch	pas de l'engrenage, denture
Tonne	ton = 2240 Pfd. engl.	tonne = 1000 kil.
Torf	peat, turf	tourbe
Trägheit, Beharrungsvermögen	inertia	inertie
Treibräder	driving wheels	roues motrices
Treibwerk	geering	transmission
Tunnel	tunnel	tunnel, souterrain
U.		
Ueberdeckung (beim Dampfschieber)	lap	recouvrement
Umdrehung eines Rades der Maschine	reciprocation, rotation	révolution
Umfang, Peripherie	circumference	circonférence
V.		
Ventil	valve	soupape
Ventilsitz	valve-seat	siège de soupape
Verdampfungsvermögen	power of evaporation	puissance d'évaporation

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Verstärkungen in der Mitte	centre-boss	renflement central
Verschlossen	shut up, locked	fermé
Voreilen des Schiebers	slide lead	avance du tiroir
Vorgelege, inneres	internal pinion	engrenage intérieur
Vorwärtsgehen, das	to go forward	marche en avant
Vorsprung	projection	saillie
Vorstecknagel, -stift	pin	goujon
W.		
Waage	balance, pair of scales	balance
Wagen	carriage, waggon	voiture, waggon
Wagenzug	train	train
Walzwerk	rolling mill	laminoir
Wasser	water	eau
Wasserdicht	water tight	étanche d'eau
Wasserhahn	water-cock, or water gauge	robinet d'eau
Wasserlinie	water-line, level	niveau d'eau
Wassermarke	water-mark	niveau d'eau
Wasserrad	water-wheel	roue hydraulique
Wasserrad, oberschlächtiges	overshot w.-wheel	roue h. en dessus
Wasserrad, mittelschl.	middle-shot w. w.	roue de côté
Wasserrad, unterschl.	undershot w. w.	roue en dessous
Wasserstand	water level, or mark	niveau d'eau
Wasser und Dampf gemischt	priming (of an engine)	mélange d'eau et de vapeur
Wasserstation	watering station	station pour alimentation
Wechselsweise	reciprocating	alternatif
Welle	shaft	arbre
Welle mit zwei gegenüberstehenden Hebeln	cross-axle	axe en T. à deux léviers opposés
Widerstand	resistance	résistance
Winkel	angle, knee	angle, coude
Winkelgeschwindigkeit	angular velocity	vitesse angulaire
Winkelschiene	angle-iron	cornière
Z.		
Zahnfläche	flank	flanc
Zahnrad, mit Kämmen, eingesetzten Zähnen	cog-or cogged wheel	roue à dents de bois
Zahnrad, mit gegossenen Zähnen	toothed wheel	engrenage, roue dentée

Deutsch.	Englisch.	Französisch.
Zahnrad, gerades	cylindrical wheel or spurgear	roue droite
Zahnrad, konisches	beveled gear	r. d'angle ou conique
Zahnrad und Schraube	screw and wheel	engrenage à vis sans fin
Zahnstange und Rad	rack and pinion	engr. à crémaillère
Zapfen	goudgeon	tourillon
Zapfen, stehender	pivot	pivot
Zapfenlager	bearing	palier, crapaudine d'un pivot
Zapfenlagerdeckel	cap-piece	chapeau
Zapfenlagerplatte	plate	patte
Zink	zink	zinc
Zinn	tin	étain
Zoll	inch	pouce
Zug des Feuers	draught	tirage
Zug (Schlag), vorwärts	fore stroke	coup d'avance
Zug (Schlag), rückwärts	back stroke	coup d'arrière
Züge	flues	carneaux
Zugstangen	connecting rods	tirans
Zweiweg-Hahn (Vierweg-Hahn)	two way-cock	robinet à deux canaux
Zwinge	ferrule	virole

Q. Kurzgefaßte Geschichte der Dampfmaschine.

Von Prof. F. Reuleaux in Berlin.

I.

Die Geschichte der Dampfmaschine ist in den letzten Jahrzehenden mehrfach zum Gegenstand eingehenden Studiums gemacht worden; namentlich haben Arbeiten der allerletzten Jahre die Anschauungen über diesen Gegenstand wesentlich bereichert und geläutert, so daß man jetzt sehr wohl im Stande ist, sich ein klares Bild von der Entstehung und Entwickelung der Maschine zu machen, welche so wesentlich dazu beigetragen hat, den Stand der heutigen Kultur herbeizuführen. Dem Maschinen-Techniker, der seine Thätigkeit so sehr von der Dampfmaschine abhängig und um deren Entwickelung herumgruppirt sieht, muß vor vielen anderen ihre Geschichte und deren neuester Standpunkt lebhaftes Interesse einflößen, und ich erfülle daher gern den an mich ergangenen Wunsch, dieselbe in Kürze hier folgen zu lassen.

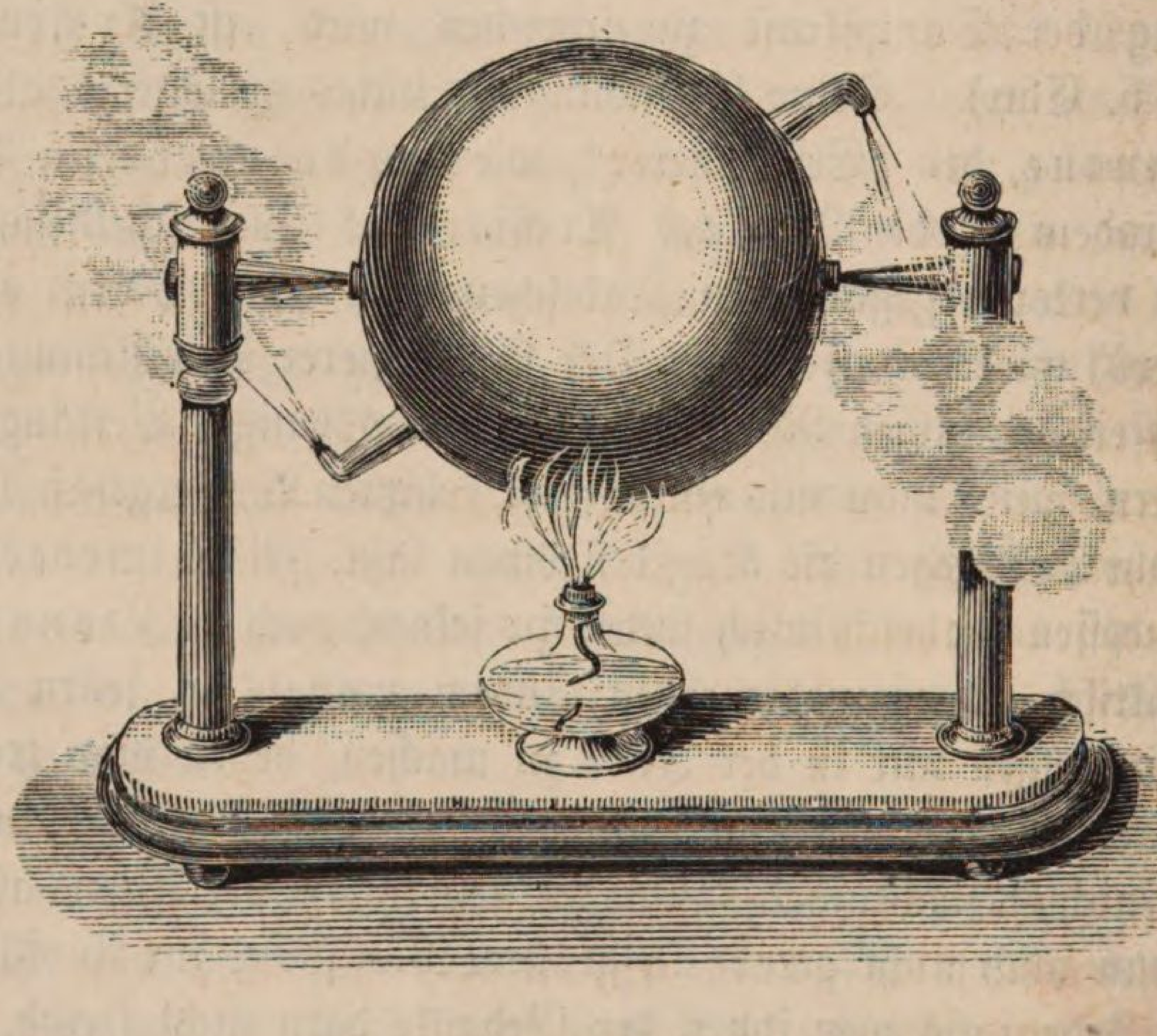
Der Keim, aus dessen Entwickelung man von vornherein gern geneigt ist, die Erfindung der Dampfmaschine abzuleiten, ist das Bewußtsein von dem Kraftvermögen des Wasserdampfes, das schon in kleinem Maßstab leicht bemerklich, unter gar nicht ungewöhnlichen Umständen aber sehr auffallend sein kann. Man darf sagen, daß dieses Bewußtsein alt wie die Menschheit ist; denn die Kraftäußerungen des Wasserdampfes müssen von jeher aufgefallen sein, da sie stets im täglichen Leben vorkommen; sie mußten von dem ersten bemerkt werden, der seinen Wassertopf am Feuer überkochen sah, und werden tagtäglich in ähnlicher Weise aufs neue gefunden. Sie

bedurften mit anderen Worten keines besonderen Entdeckers und mußten sehr früh zu mancherlei, wenn auch unbedeutenden Verwendungen der Dampfkraft hinleiten. Trotzdem kann der Kenntniß von der dem Dampf innewohnenden Kraft nur ein kleiner Antheil an der Erfindung der Dampfmaschine eingeräumt werden. Daß diese vielmehr von ganz anderen Anfängen ausging, daß die allgemeine Ideenströmung dem gegebenen natürlichen Wege einen künstlichen vorzog, wie weiter unten gezeigt werden wird, ist vielleicht keiner der uninteressantesten Belege für die eigenthümliche, nicht voraus zu berechnende Art, in welcher der Menschengeist seine Schritte zu großen Zielen wählt.

Von den Anwendungen der Spannkraft des Wasserdampfes, die man in ältester und alter Zeit, lange vor der Erfindung der Dampfmaschine machte, mögen die wichtigsten beurkundeten hier angeführt werden. Der älteste Gelehrte, welchem eine, wenn auch nur ideelle Anwendung der Dampfkraft zugeschrieben wird, ist Archimedes (geb. 287 v. Chr.). Seine Erfindung ist nichts geringeres als eine Dampfkanone, der „Erzdonnerer“, wie uns Leonardo da Vinci berichtet, indem er die Idee des Archimedes (wahrscheinlich nach einem uns verloren gegangenen arabischen Text einer Schrift des alten Meisters) wieder auffrischt. Der Erzdonnerer ist bestimmt, eine Kugel aus einem kurzen Rohr mit dachrinnenförmiger Verlängerung zu schleudern, wenn man aus einem stark erhitzten Wassergefäß Dampf in das Rohr und gegen die Kugel strömen läßt. Archimedes' Kanone ist indessen wahrscheinlich weder zu seiner, noch zu Leonardo's Zeiten praktisch angewandt worden, indem man es in jenen Tagen liebte, Erfindungen nur in der Idee zu machen, denen man trotzdem fast den gleichen Werth beilegte, als wirklich ausgeführten; indessen darf man nichtsdestoweniger kaum zweifeln, daß die Alten ähnliche Dinge, wenn auch nicht gerade in großem Maßstabe, zur Ausführung gebracht. Jedenfalls war ihnen der Gedanke dazu nicht fremd. So berichtet z. B. auch Phylon von Byzanz, daß Ktesibios von Alexandrien (im 2. Jahrh. v. Chr.) die Verwendung zusammengepreßter Luft zum Fortschleudern von Wurfgeschossen aus einer Kanone, dem „Luftdonnerer“, vorgeschlagen habe. Ein ganz besonderes Zeugniß aber liefern uns drei erhaltene Bücher seines Schülers, des Heron von Alexandrien (geb. 120 v. Chr.), „von dem Luftigen“

handelnd, in welchen neben anderen Apparaten auch mehrere solche behandelt werden, welche die Dampfkraft zur Bewegung von Körpern benutzen. Es sind dies dieselben Bücher, durch welche der wohlbekannte Heronsbrunnen und verwandte, von Heron erfundene oder nur gesammelte Vorrichtungen auf uns gekommen sind. Unter anderem wird darin beschrieben: eine „tanzende Kugel“, welche durch den in einem Wasserkessel entwickelten Dampf aus dem becherförmigen Ende eines Rohres in die Höhe geworfen und in eine tänzelnde Bewegung versetzt wird; ferner ein metallenes Männchen, lustig herumgewirbelt durch den aus der angesetzten Trompete ausströmenden Dampf; sodann auch die bekannt gewordene Drehkugel, welche die nachstehende Figur, freilich in stark modernisirter Form, vorführt. Die Kugel ist

Fig. 327.



zum kleinen Theil mit Wasser gefüllt und wird durch die Rückwirkung des aus den beiden abgekröpften Mündungen ausströmenden Dampfes umgetrieben. Endlich verdient noch ein vierter Apparat einer besonderen Erwähnung. In demselben steht ein Erzfigürchen, einen Priester vorstellend, neben einem Altar, und gießt, wenn man die Opferflamme auf letzterem anzündet, Wasser aus einem Kruge in

eine auf dem Altarrande stehende Schale. Die Flamme erwärmt nämlich den hohlen und zum Theil mit Wasser gefüllten Altar, worauf die Dampfspannung das Wasser durch eine Röhre, die in den Krug des Automaten ausmündet, in die Höhe treibt.

Die sämmtlichen Heron'schen Dampfapparate tragen unverkennbar den Charakter der Spielerei, der Tausendkünstelei an sich, beweisen indessen nichtsdestoweniger die Landläufigkeit der in ihnen verkörperten Begriffe. Zugleich aber wird uns in ihrer Beschreibung die ungleich wichtigere Thatsache bestätigt, daß die Alten die Natur des Wasserdampfes nicht kannten. Sie hielten denselben für Luft, welche „durch Feuer aus Wasser erzeugt“ zu der „nächstobersten Stellung unter den vier Elementen aufstrebe“ und dieses um so heftiger thue, je stärker das die Verwandlung herbeiführende dritte Element einwirke. Befangen in dieser Anschauung, welche in der alten Philosophie vollständig und allseitig ausgebildet war, wurde es der antiken Zeit so zu sagen unmöglich, in Benutzung der Dampfkraft über die nächstliegenden Anfänge hinauszukommen.

Ein mit der Heron'schen Drehkugel in der Form verwandtes Instrument ist der von Vitrup (um Chr. Geb.) zuerst beschriebene Aeolusball oder die Aeolipile, eine hohle Metallkugel mit feiner Oeffnung, durch welche, nachdem durch Erwärmung die in der Kugel enthaltene Luft verdünnt worden, Wasser eingesogen wird, worauf dann dieselbe Oeffnung bei erneuerter Erwärmung des Balles den entwickelten Dampf unter starkem Ausblasen ausströmen läßt. Der Aeolusball vererbte sich auf die Folgezeit und blieb das ganze Mittelalter hindurch ein beliebtes Cabinetstück der Gelehrten, die sein stundenlanges Blasen mit Vorliebe als einen Beweis des Kraftaufwandes betrachteten, mit welchem die Natur jegliche Umwandlung des einen Elementes in ein anderes begleite. Mit stets gesteigerter Zähigkeit schlossen sich das Mittelalter und der Anfang der neueren Zeit an die philosophischen Methoden und Erkenntnisse der Griechen, später die scholastische Philosophie genannt, an. Wir sehen daher auch in dieser Zeit äußerst wenig neue Gedanken in Betreff der Dampfbenutzung auftauchen. Variationen der Aeolipile finden sich mannigfach, so bei Cardanus (1557), der sie geschickter zum Ansaugen und Ausblasen einzurichten suchte, und bei Philibert

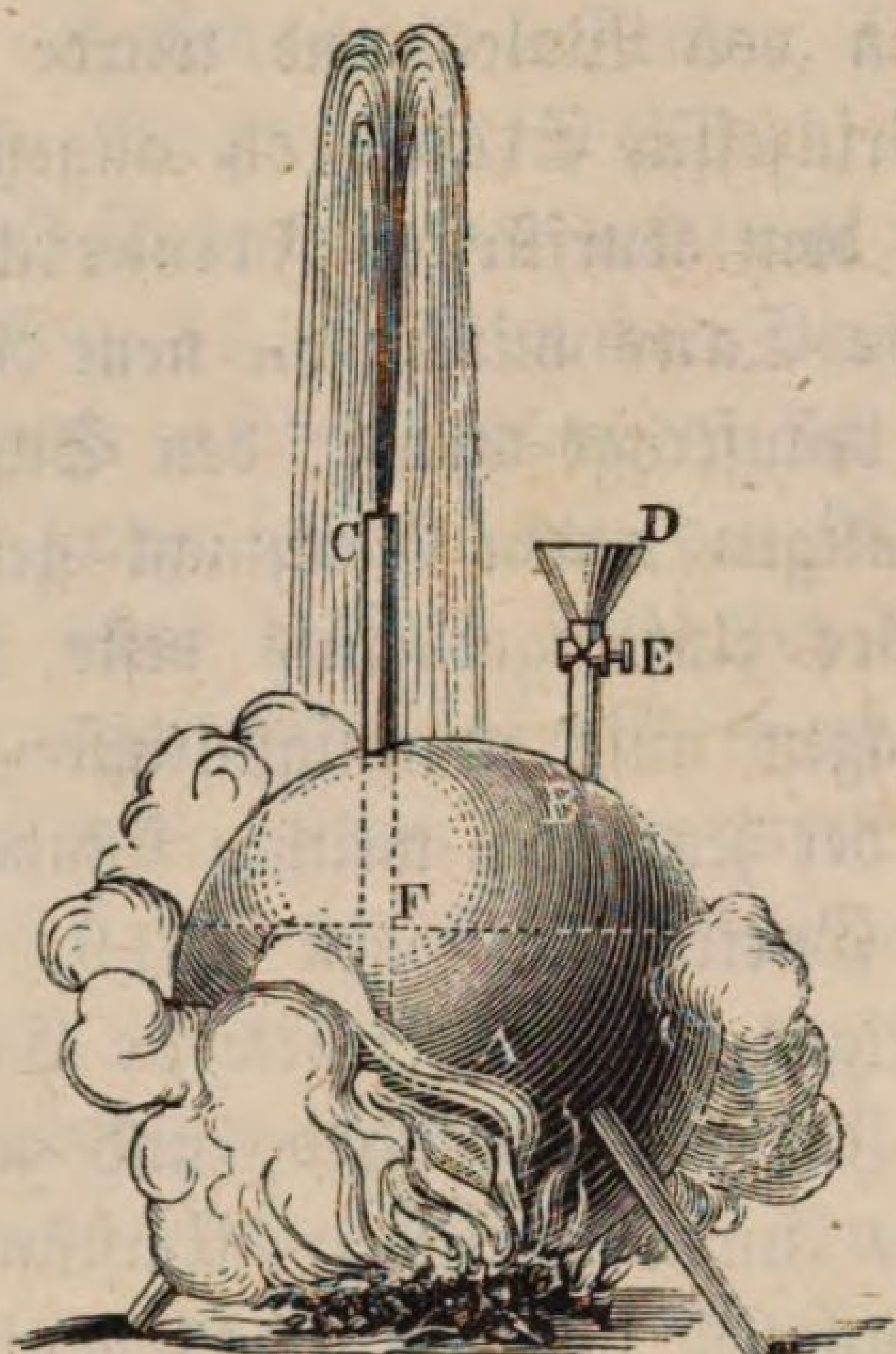
Delorme (1567), der sie als Mittel, das Rauchen der Schornsteine zu vermeiden, vorschlug u. s. f. Vereinzelte Bestrebungen, dem eigentlichen Vorgang der Verdampfung näher zu kommen, lassen sich indessen auch bemerken, so bei Jac. Besson (1569) und bei Joh. Bapt. Porta (1601), welche in ihren Schriften Methoden zur Bestimmung des relativen Dampfvolumens angeben.

Im 17. Jahrhundert, auf dessen Beginn wir nachher zurückkommen müssen, pflanzten sich die bis dahin geltenden Anschauungen noch lange fort. Unter den Männern, welche hier zu nennen wären, muß einer deshalb hervorgehoben werden, weil sich seinem Namen ein großer historischer Irrthum angeheftet hat, ich meine Salomon de Caus. Ihm wurde zuerst von Bailles im Journ. des mines 1813, und dann von Arago im Annuaire du bur. des longitudes, 1828, die Ehre der Erfindung der Dampfmaschine zugeschrieben, welchem Urtheil sich auch das große Publikum zuwandte, als im Jahre 1834 im Musée des familles ein angeblich aufgefundener Brief von Marion Delorme an den Marquis von Cinq-Mars, datirt vom 17 Febr. 1641, veröffentlicht wurde, aus dem hervorging, daß de Caus als Märtyrer seiner für Tollheiten erklärten Ideen über die Dampfmaschine von Richelieu in das Irrenhaus Bicêtre eingekerkert worden sei. Die ganze gebildete Welt erfuhr mit Theilnahme für den unglücklichen Erfinder und mit Entrüstung über den Undank seiner Zeitgenossen diese Vorgänge, in welchen auf so schreiende Weise eine Schattenseite der verflossenen Jahrhunderte, Verkennung ihrer großen Geister, aufgedeckt wurde. Unsere Zeit suchte den Verkannten wieder zu Ehren zu bringen: die Wissenschaft stempelte ihn zum Erfinder, die Kunst verherrlichte ihn aufs ergreifendste in Bild und Roman, und in den neuesten Tagen auch auf der Bühne, die in Brachvogel's „Mondecaus“ das ihrige dazu beitrug, dem unglücklichen Opfer einer verblendeten Zeitrichtung im Tode die gebührende Anerkennung zu verschaffen. — Leider aber, leider hat sich bei kühler Prüfung der hystorischen Thatsachen herausgestellt, daß die massenhaft aufgewandte Rührung verschwendet, daß S. de Caus kein Märtyrer, daß der erschütternde Brief Marion's nichts anderes war, als eine im richtigen Moment aufgelassene Zeitungsente.

Salomon de Caus, gegen 1576 in Dieppe in der Normandie geboren, war Architekt und als solcher nach der Sitte der damaligen Zeit in allen freien Künsten bewandert; auf einer Reise durch England kam er an den Hof des Prinzen von Wales und wurde von diesem als Zeichenmeister für die Prinzessin Elisabeth angestellt. Als letztere im Jahre 1615 sich mit dem Kurfürsten Friedrich V. von der Pfalz verehelichte, wurde de Caus mit in die neue Residenz Heidelberg genommen, wo er beauftragt wurde, den Schloßgarten zu vergrößern und dem damaligen neuen Geschmack gemäß umzuändern. Er entledigte sich seines Auftrages aufs beste, verzierte und vergrößerte die Gartenanlagen aufs mannigfaltigste und wurde hierbei u. a. auch der Erbauer der jetzt noch weithin sichtbaren Terrasse am nordöstlichen Ende des Gartens. Gegen 1619, also gegen das erste Jahr des dreißigjährigen Krieges, kehrte de Caus in seine Heimath zurück, wo er im Jahre 1626 starb, und zwar, soviel man weiß, unter keineswegs ungewöhnlichen Umständen. Schon an letzterem Datum ist die Unächtheit des von 1641 datirten Marion'schen Briefes zu erkennen, welche aber vollends entlarvt dasteht, wenn man noch erfährt, daß das Bicêtre im Jahre 1641 nicht etwa eine Irrenanstalt, sondern eine Kommanderie des heiligen Ludwig war, wo man alten Militärs ein Asyl ertheilte. In einem schon in Heidelberg von de Caus 1615 herausgegebenen Buche: „Die Ursachen der bewegenden Kräfte" ist es, worin Bailles und Arago die Gründe finden, ihm die Erfindung der Dampfmaschine zuzuschreiben. Allein dieses Buch, dessen Inhalt, beiläufig gesagt, keineswegs dem für unsere Begriffe großartigen Titel entspricht, gibt keinerlei Recht zu einer so hohen Auszeichnung seines Verfassers. Denn es enthält in Betreff des Wasserdampfes keine neue Anschauung, keine neue Entdeckung oder Idee, sondern bringt, ganz in der Weise der alten Physik, die Aeolipile und die dem Heronsball verwandten Einrichtungen wieder vor. Unter anderem beschreibt de Caus auch dabei den von Arago angezogenen, in Fig. 328 (a. f. S.) dargestellten Apparat, der dazu dient, zu beweisen, wie die Wärme, resp. die erwärmte Luft, im Stande sei, Wasser „über sein Niveau" zu heben. Nach dem Vorangegangenen bedarf wohl die Behauptung, daß hier etwas neues gegeben sei, keiner abermaligen Widerlegung,

indem man sich nur des Heron'schen Automaten am Opferaltar zu erinnern braucht, um in de Caus' Apparat keine Spur von Neuheit zu finden. Auch behauptet de Caus selbst dergleichen nicht, ebensowenig von seinen theoretischen Anschauungen, die ganz im Sinne der scholastischen Gelehrsamkeit vorgetragen werden. Endlich auch finden sich bei seinen Zeitgenossen weder hervorhebende Anerkennungen noch Widerlegungen seiner Aussprüche, was man sonst z. B. von seinem Anverwandten und Fachgenossen, Isaac de Caus, der bald nach ihm schrieb, hätte erwarten müssen. So sieht sich also die Strenge der historischen Forschung genöthigt, von de Caus' Haupte sowohl den Lorbeerkranz des Erfinderruhms als die Dornenkrone des Märtyrerthums herabzunehmen und ihn unerbittlich zurückzugeleiten in die gemüthliche Sphäre des achtbaren Zeichenmeisters und Hof-Gartenkünstlers, aus welcher ihn nur eine verfehlte Auffassung seitens der Wissenschaft und eine krankhaft empfindsame Richtung des Publikums zu falscher Größe emporgehoben hatten. Sehr schnell wird freilich sein Ruhm nicht erbleichen, denn das Publikum trennt sich nur ungern von seinen Helden; man darf jedoch hoffen, daß in nicht zu ferner Zeit der Besucher des Heidelberger Schlosses das noch dort befindliche Portrait des normannischen Meisters höchstens noch mit dem halb mitleidigen, halb ironischen Interesse an der zerplatzten Seifenblase seines Ruhmes betrachten werde.

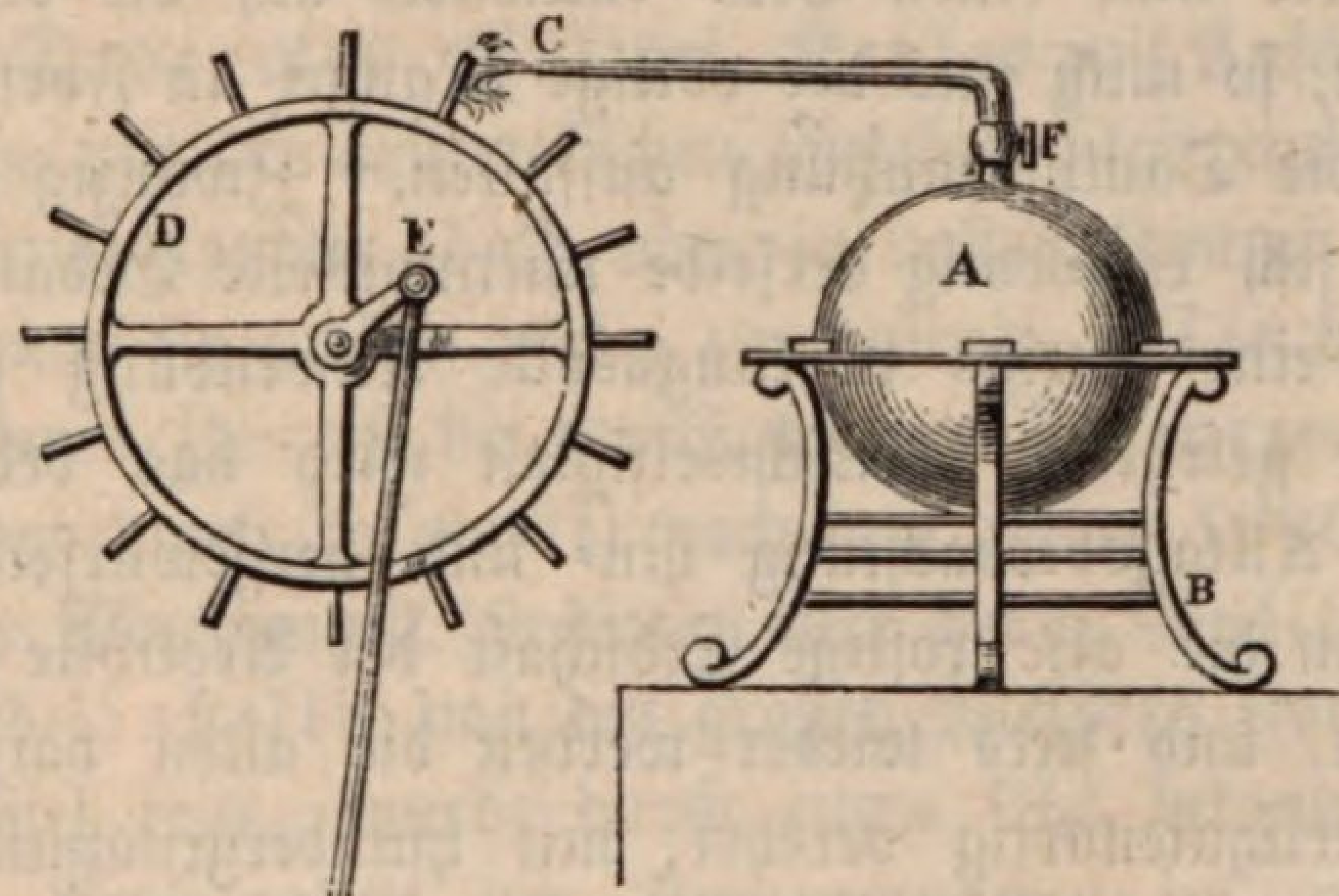
Fig. 328.



Joh. Branca, der Erbauer der Kirche von Loretto, läßt in seinem Buche „Die Maschinen", 1629, die Aeolipile auf ein Schaufelrädchen blasen, s. Fig. 329, und durch letzteres ein Stampfwerk in Bewegung setzen. Dem Ganzen liegt abermals die Idee der Verwandlung von Wasser in Wind zu Grunde, wie Branca denn auch

an einer anderen Stelle jenes Rädchen durch den Zug eines Kamins treiben läßt, ein Zeichen mehr, daß Branca allerhöchstens nur kleine Modelle (wie Heron) ausführte.

Fig. 329.



Der Jesuitenpater Kircher beschreibt auch in einem seiner vielen Bücher 1641 einen dem de Caus'schen ähnlichen Apparat, ebenso 1657 ein Pater Dobrzenski; beider Vorrichtungen zeigen aber in der Form die größte Aehnlichkeit mit dem Heronsbrunnen.

Endlich ist auch hier noch eines Engländers, des Marquis von Worcester, zu erwähnen, dem seine Landsleute eine Zeit lang allen Ernstes die Erfindung der Dampfmaschine zuschreiben wollten. Er bildet ein burleskes Anhängsel an die Reihe der angeführten Männer, welche ein, wenn auch in vielen Beziehungen fruchtloses, doch ernstes Bestreben für die Wissenschaft zeigten. In einem 1663 herausgegebenen Buche: „Ein Hundert Erfindungen &c." wollte er nach einer spätern Schrift: „Wahrhafte und genaue Erklärung der wunderbarsten hydraulischen Maschine, erfunden von dem sehr ehrenwerthen Ed. Somerset, Marquis von W. &c." einen Apparat angegeben haben, der das Princip der Dampfmaschine (zur Wasserhebung) benutze. Dieser Apparat ist aber bis jetzt von niemand, mit Ausnahme vielleicht von dem sehr ehrenwerthen Marquis selbst, verstanden worden, und die ganze Angelegenheit ist als eine müßige Prioritätsfechterei zu betrachten. Worcester zeigt sich in Sachen der Wissenschaft als leichtsinniger Aufschneider und Phantast, ein wahrer Münchhausen, der sich und andere in virtuoser Manier mit Goldmacher-

geheimniß, Schätzehebung und anderen Schwindeleien beschäftigte und damit die windigsten Düpirungen versuchte, so daß auch nachgerade die Engländer, trotz allem verzeihlichen Ehrgeiz, die Verfechtung seines Erfinderruhms aufgegeben haben.

Werfen wir nun einen Blick rückwärts auf die bis hierhin besprochene Zeit, so muß uns der völlige Mangel an Fortschritt in den Ideen über die Dampfbenutzung auffallen. Zwanzig Jahrhunderte lang schleppt sich einförmig derselbe unentwickelte Gedanke hin, ohne daß derselbe eine einzige wirkungsvolle Anwendung findet. Mit selbstgefälliger gelehrter Weitschweifigkeit wird das bedeutungsarme Resultat der Alltagsbeobachtung hin- und hergewürfelt; stets aufs neue tritt man die alte rostige Erbschaft der Aeolipile und des Heronsballes an, und stets wieder werden die alten daran haftenden Irrthümer, reliquienartig verehrt, mit hinübergenommen. — Der Schlüssel zu diesem dumpfen Stillstand der Ideen ist der vollständige Mangel der wissenschaftlichen Naturforschung, durch welchen sich die scholastische Gelehrsamkeit auszeichnete. Die Naturwissenschaft von heute, fußend auf das Experiment und die Aufschlüsse der mathematischen Behandlung der Fragen, bestand vor dem 17. Jahrhundert nicht einmal in ihren Anfängen, und es war deshalb eine volle Unmöglichkeit, die Dampfmaschine hervorzubringen, deren Grundlage die Erkenntniß von dem Zusammenhang der dabei in Mitwirkung gezogenen Naturerscheinungen ist. Wir sehen daher auch die eigentliche Idee der Dampfmaschine erst von dem Augenblick an sich bilden, wo die heutige Wissenschaft ihre Entstehung nahm; wir sehen sie mit dieser Wissenschaft sich Schritt für Schritt entfalten; wir sehen sie auch heute mit den Lehren der Physik sich weiter ausbilden; ja, es ist mehr als wahrscheinlich, daß die neuesten Fortschritte der Wärmelehre die Dampfmaschine, oder allgemeiner die W ä r m e m a s c h i n e in neue, von den jetzigen aufs vortheilhafteste verschiedene Bahnen leiten werden.

II.

Eine vollständige Geschichte der Dampfmaschine würde aus den vorstehenden Gründen sich von einer Geschichte der neueren Natur-

wissenschaften kaum unterscheiden, wenigstens gilt dieses in Betreff des nun zu besprechenden Zeitabschnittes. Hier können indessen wegen des beschränkten Raumes nur die Hauptpunkte jener Entwickelung angegeben werden. Die neuere Naturwissenschaft datirt vom Ende des 16. und dem Anfang des 17. Jahrhunderts, einer Zeit, wo Männer wie Descartes, Galilei, Kepler mit Anschauungen auftraten, welche mit der aristotelischen Gelehrsamkeit anfänglich in leisem Widerspruch standen, bald aber in vollen Kampf mit derselben übergingen, um sie endlich völlig zu besiegen. Die hervorragendste Entdeckung jener Zeit ist die der Schwere der atmosphärischen Luft, gefunden durch Toricelli nach dem Jahre 1630. Toricelli, der in Rom Mathematik studirte, und durch Galilei's Schüler, seinen Freund Castelli, von des großen Meisters Forschungen aller Art unterrichtet war, wurde durch einen sehr bekannten zufälligen Anlaß, eine Verlegenheit der Pumpenmacher im großherzoglichen Garten in Florenz, wo eine Pumpe nicht über 32 Fuß hoch Wasser ansaugen wollte, zu seiner wichtigen Entdeckung geführt. Die Theorie des „Abscheues der Natur vor dem Leeren“ wollte nicht ausreichen; und während Galilei die merkwürdige Thatsache der zu geringen Festigkeit der Wassersäule zuschrieb, führte Toricelli's Nachdenken diesen auf den Gedanken, daß es nur die Luftschwere sei, welche das Wasser in die Höhe treibe, es aber nicht höher führen könne, als ihrem Druck zukäme. Er schloß sofort, daß beim Quecksilber, das nahe 14 mal so schwer sei als das Wasser, die Flüssigkeitssäule auch nur $1/_{14}$ der Höhe der Wassersäule erreichen könne. Der Versuch mit einer Glasröhre bestätigte seine Ansicht, die wir täglich am Barometer unter ganz denselben Umständen, welche der Entdecker zum Beweise benutzte, bewahrheitet sehen. Würde heute eine ähnliche Entdeckung gemacht, sie würde sich in wenig Wochen oder Tagen über die Welt verbreiten, vielfach wiederholt und bestätigt werden: damals aber war es anders. Träge und widerstrebend vernahmen die Gelehrten von dem merkwürdigen Experimente. „Du bist beinahe der Einzige,“ schreibt bei einer anderen Gelegenheit Galilei an Kepler über die damalige Gelehrsamkeit, „der meinen Angaben vollkommen Glauben beimißt. Als ich den Professoren zu Florenz die vier Jupitertrabanten durch mein Fernrohr zeigen wollte, wollten sie weder diese

noch das Fernrohr sehen, sie verschlossen ihre Augen vor dem Licht der Wahrheit. Diese Gattung von Menschen glaubt, in der Natur sei keine Wahrheit zu suchen, sondern nur in der Vergleichung der Texte.“ Mehrere Jahre lang blieb Toricelli's Entdeckung theils unbekannt, theils unbeachtet. Erst 1646 brachte Mersenne den Versuch von einer wissenschaftlichen Rundreise mit nach Frankreich, wo er von Pascal in Rouen mit Erfolg wiederholt wurde (unter Anderm auch mit rothem Weine, der sich in einer 46 Fuß hohen Glasröhre 32 Fuß hoch stellte). Trotz seiner mathematischen Gründlichkeit gab aber Pascal dem Versuch eine andere Deutung als Toricelli, die nämlich, „daß die Scheu der Natur vor der Leere begrenzt sei.“ Als er aber, von scholastischer Seite durch heftigen Widerspruch gegen diese „Verdächtigung auf die Natur“ gereizt, genauer forschte, und ihm endlich auch die Toricelli'sche Erklärung der Erscheinung bekannt wurde, trat er derselben bei. Alsbald schloß er, daß auf Höhen der Atmosphärendruck und also die Flüssigkeitssäule kleiner sein müsse als in der Ebene. Auf seinen Anlaß wurde daher auf dem Puy de Dôme bei Clermont der Toricelli'sche Versuch wiederholt, wobei sich seine Idee vollkommen bestätigte. Dies geschah am 20. September 1648, demselben Jahre, in welchem der dreißigjährige Krieg beendigt wurde. Der Versuch vom Puy de Dôme war auch ein Friedenswerk für den bis dahin geführten Krieg der Geister; er beseitigte Pascal's letzte Zweifel, so daß dieser von nun an ein eifriger Verfechter der neuen Anschauung wurde; er erklärte mit derselben eine Menge von Erscheinungen und wiederholte in mannigfachen Formen das nun zu großem Ruhm gelangte „Experiment der Leere“. Bald wurde jetzt auch der Wunsch allgemein, die Luftleere auf andere als Toricelli's Weise herbeizuführen. Dies gelang zuerst und vortrefflich dem Magdeburger Bürgermeister und kurbrandenburgischen Staatsrath Otto von Guericke mit der Luftpumpe. Nach vielen mehr oder minder mißglückten Versuchen gelang es ihm, dieselbe befriedigend herzustellen, worauf er zahlreiche Experimente mit ihr ausführte. So lieferte er Beweise von der Kraft des Atmosphärendruckes mit den nach ihm genannten Halbkugeln, die durch zweimal sechzehn Pferde nicht konnten auseinandergerissen werden; auch untersuchte er den Einfluß der Luftverdünnung

auf die Athmung, auf die Verbrennung u. s. w. Unter anderm führte er auch 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg das Experiment aus, von dem Kolben eines Luftcylinders, den er plötzlich fast ganz von Luft entleerte, zwanzig Personen, die an einem Seile den Kolben festhielten, in die Höhe zu ziehen.

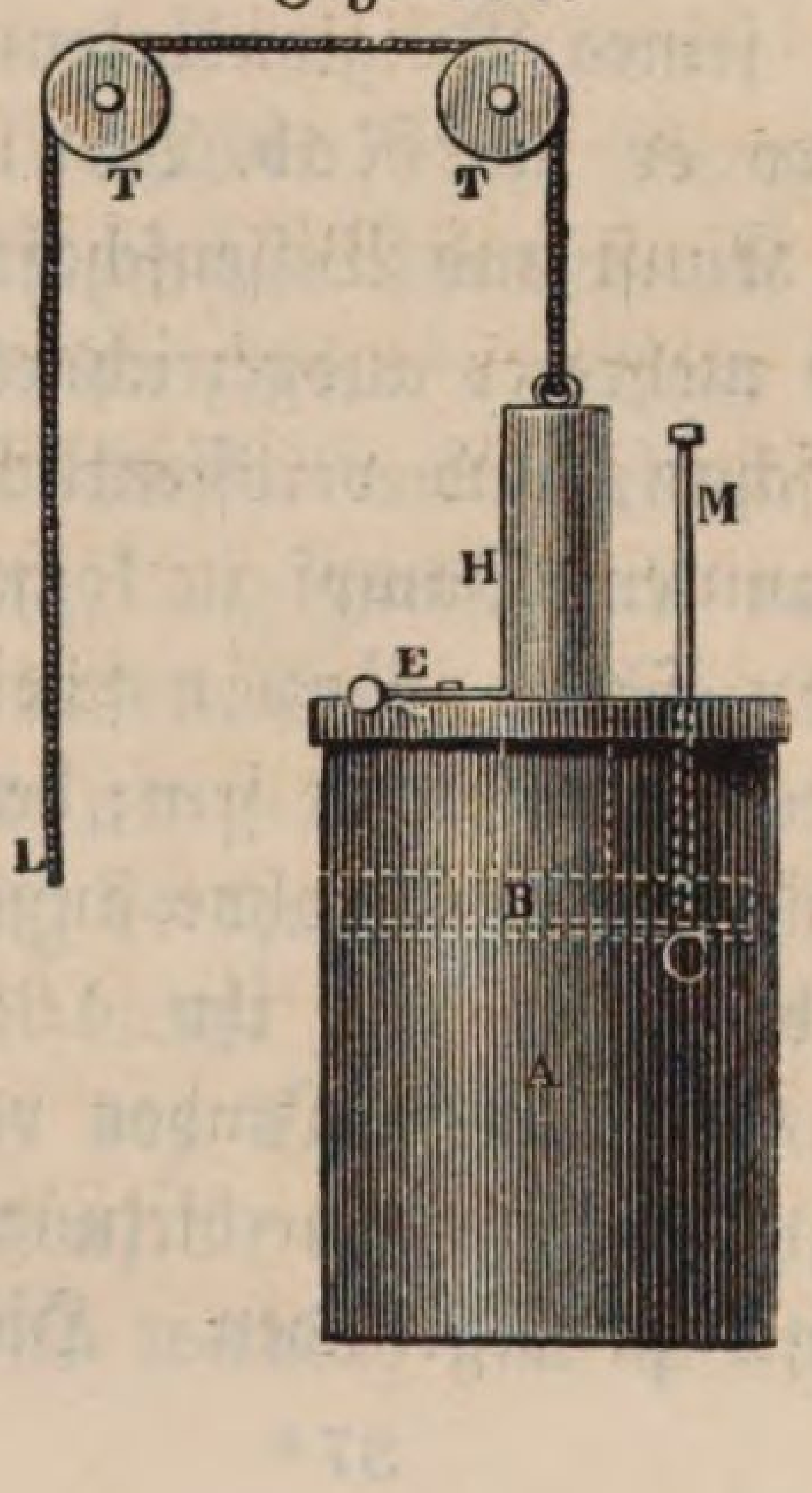
Mit Verwunderung und Staunen sah und vernahm man von den merkwürdigen Wirkungen des Luftdruckes, und kam bald zu dem Verlangen, diese erstaunliche Kraft nützlich, industriell verwenden zu können. Hierhin richtete sich nun das Streben vieler Gelehrten, die sich die Aufgabe stellten, die Luftleere auf eine einfachere Weise herzustellen als Guericke, dessen Methode die Unmöglichkeit industrieller Anwendung darin in sich trug, daß sie ebenso viel und mehr motorische Arbeit erforderte, als sie hervorzubringen im Stande war. Man stößt in der Literatur jener Zeit auf mannigfache Versuche, diese Aufgabe zu lösen; dieselben blieben aber lange erfolglos, bis endlich Papin den Schlüssel zu dem großen Problem in der Dampfkondensation oder der Niederschlagung des Wasserdampfes fand.

Dyonisius Papin, geboren 1647 zu Blois, hatte sich zum Arzt ausgebildet; getrieben indessen von einer großen Vorliebe für mathematische Dinge, und ermuthigt durch Huyghens, der in Paris seine berühmten Pendelversuche anstellte und dessen Assistent er wurde, ging er bald ganz zur physikalischen Wissenschaft über und begab sich 1665 (nicht etwa vertrieben wegen seines Religionsbekenntnisses, sondern freiwillig) nach England, wo er mit Rob. Boyle, dem Stifter der „Königlichen Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft“, bekannt wurde. 1680 wurde er auf Grund mehrerer ausgezeichneter physikalischer Arbeiten Mitglied der Gesellschaft, und veröffentlichte als solches 1680 seine Erfindung, mit gespanntem Dampf zu kochen, in dem noch heute sogenannten Papinischen Topf. Papin scheint von einem eigenthümlich unsteten Geiste beseelt gewesen zu sein; denn unter dem Einfluß derselben Wanderlust, die ihn 1665 ohne äußere Veranlassung von Huyghens' Seite trieb, sehen wir ihn 1681 abermals seine vortheilhafte und anerkannte Stellung in London verlassen, um auf Ritter Sarroti's wenig zuverlässige Anerbietungen hin in Venedig eine wissenschaftliche Akademie zu begründen. Hier-

mit trat Papin in den Wendepunkt seines Geschickes. Enttäuscht und verarmt kehrte er nach zwei Jahren schon nach London zurück, wurde indessen von der Königl. Gesellschaft nur sehr lau empfangen, die ihn zwar wieder anstellte, aber nur zu unbedeutenden und schlecht besoldeten Arbeiten. Jetzt begann auch er sich mit dem durch Guericke's Erfolge wachgerufenen Problem zu beschäftigen; jedoch das Mißgeschick ließ nicht von ihm ab: mehrere dahin einschlagende Versuche vor der Königl. Gesellschaft scheiterten wider alles Erwarten vollständig. Papin's ohnehin schon gedrücktes Gemüth wurde hiervon schwer ergriffen, und er begann in eine sich stets steigernde, seine geistige Thätigkeit lähmende Schwermuth zu versinken. In dieser Lage wurde er 1687 von dem erleuchteten, den Wissenschaften sehr geneigten Landgrafen Karl von Hessen aufgefordert, den erledigten Lehrstuhl der Mathematik an der Universität Marburg zu besteigen, welches Anerbieten er auch sofort annahm.

In Marburg nahm er nach einiger Zeit der Eingewöhnung seine verlassenen Arbeiten wieder auf, wobei er sich unter anderem mit der damals mehrfach angeregten Idee befaßte, durch Abbrennen von Schießpulver vor dem Luftpumpenkolben die Leere zu erzeugen. Die „Pulvermaschine“ mußte indessen wegen ihrer, obendrein mit so viel Gefahr verbundenen Unzulänglichkeit wieder aufgegeben werden. Da endlich gelang es Papin, in der Eigenschaft des Dampfes, sich durch Abkühlung niederschlagen zu lassen, das lange gesuchte Mittel zu finden, welche Erfindung er 1690 in den „Verhandlungen der Gebildeten“ veröffentlichte. Er bediente sich des in Fig. 330 dargestellten Apparates. In dem Cylinder *A* wird vorerst unterhalb des Kolbens *B* eine kleine Menge Wasser durch ein untergestelltes Feuer verdampft, wobei ein bei *L* hängendes Gewicht mittelst des von den Rollen *TT* geführten Seiles den Kolben *B* und dessen Stange *H* in die Höhe zieht. Ist der Kolben oben angekommen, so wird er mittelst des

Fig. 330.



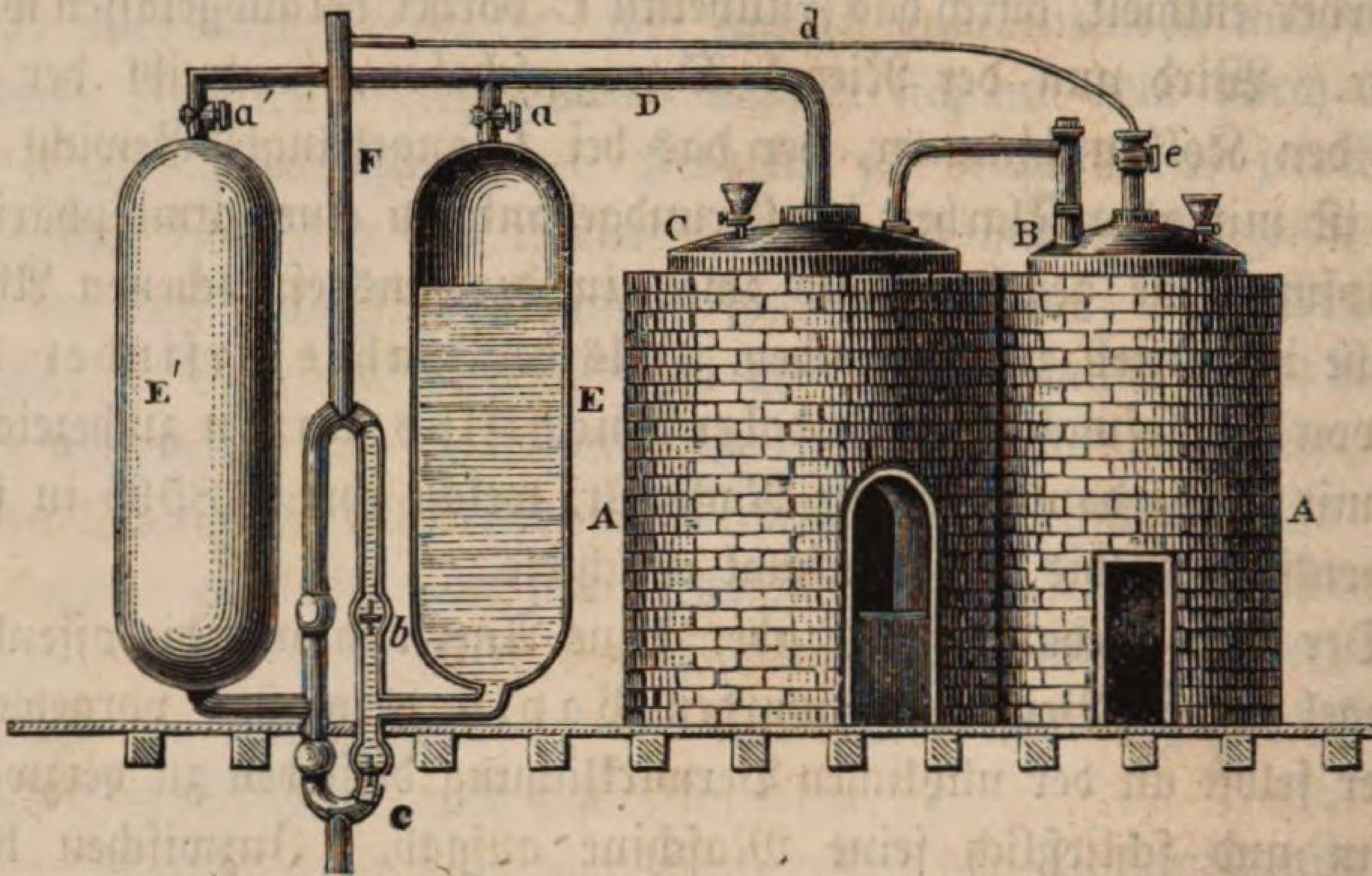
Riegels *E* festgestellt, und darauf das Feuer unten weggenommen. Allmälig kühlt sich jetzt der Cylinder ab, der Dampf schlägt sich nieder und läßt den Cylinder beinahe leer, indem die kleine Menge Luft, die er vorher enthielt, durch das Füllventil *C* vorher herausgelassen werden konnte. Wird nun der Riegel *E* weggeschoben, so treibt der Luftdruck den Kolben hinunter, der das bei *L* angehängte Gewicht hebt. Hier ist mit aller Klarheit der Grundgedanke zu einer atmosphärischen Dampfmaschine gegeben, und zwar in der ausgesprochenen Absicht, dieselbe industriell zu verwenden. Als der wahre Erfinder dieser Art von Dampfmaschinen ist daher Dyonisius Papin zu bezeichnen, und mit Recht dankt ihm die Nachwelt, welche ihm (1859) in seiner Geburtsstadt Blois ein Denkmal errichtete.

Der neue Gedanke fand aber keine Anerkennung; die offenbaren Mängel seiner Benutzung wurden Papin dermaßen vorgeworfen, daß er selbst an der nützlichen Verwirklichung desselben zu verzweifeln begann und schließlich seine Maschine aufgab. Inzwischen hatten die Ausläufer der scholastischen Betrachtungsweise des Wasserdampfes, von denen wir in dem ersten Theile dieses Aufsatzes sprachen, auch auf die Benutzung der Dampfkraft hingewirkt, und zwar in dem Sinne, daß die Spannkraft des Dampfes nützlich verwendet werden sollte. Sie finden eine Vertretung in der Maschine von Savery.

Nachdem dieser namentlich durch die Einwürfe des Physikers Robert Hooke von der Unzulänglichkeit der Papinischen Maschine überzeugt worden war, suchte er nicht etwa diese zu verbessern, sondern er baute eine andere Art von Dampfmaschine, die 1698 patentirt und in dem folgenden Jahre vor der Königl. Gesellschaft probirt wurde. Fig. 331 (a. f. S.) gibt eine Darstellung derselben. In dem Mauerwerk *AA* stehen zwei Dampfkessel *B*, *C*, von denen *B* durch *de* frisches Wasser empfängt, und es angewärmt in den eigentlichen Dampfentwickler *C* treten läßt. Der hier erzeugte Dampf wirkt abwechselnd in den beiden Behältern *E* und *E'*, aus denen er Wasser in die Höhe zu treiben bestimmt ist. Dieses Wasser wird dadurch in die Cylinder *E* und *E'* gebracht, daß man zuerst *E* durch *a* mit Dampf füllt, und diesen sich durch die allmälige Abkühlung niederschlagen läßt, worauf der äußere Luftdruck durch *C* Wasser an die Stelle des Dampfes treibt. So weit wurde also die Papinische

Erfindung benutzt. Sodann wird *a* wieder geöffnet, und es treibt nun der eintretende Dampf das Wasser durch das Ventil *b* in das

Fig. 331.

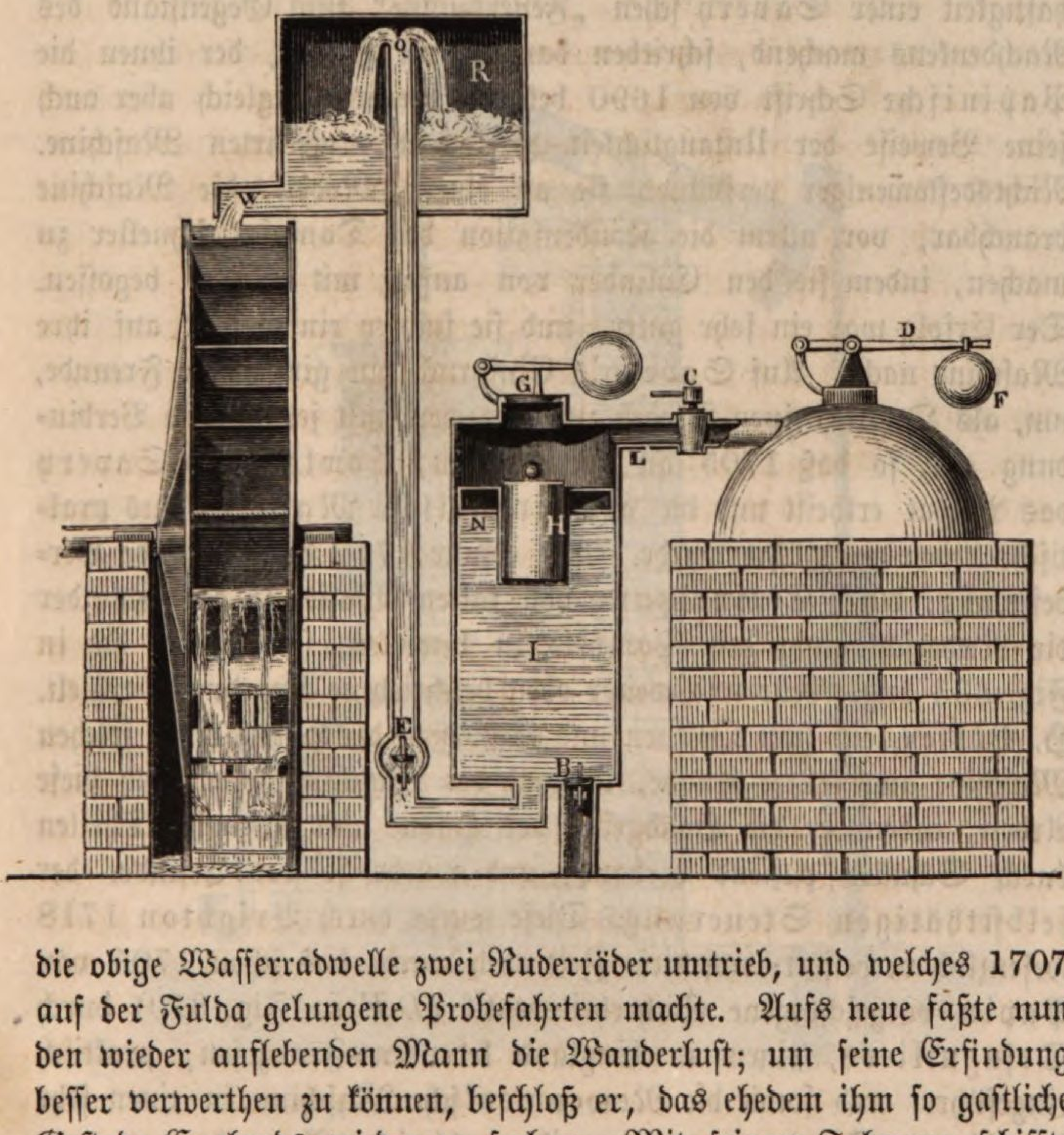


Rohr *F* und nach oben, wobei sich *c* von selbst schließt. Die Anwendung zweier Wassercylinder machte die Thätigkeit der Maschine zu einer ununterbrochenen. — Auch diese Maschine hatte bedeutende Mängel, die namentlich in einer schädlichen Kondensation des Dampfes während des Auftreibens der Wassersäule sich zeigen mußten, und auf eine ungemein geringe Leistung des Dampfes hinausliefen, so daß sie industriell kaum anzuwenden war. Sie wurde auch hauptsächlich nur zum Betrieb von Springbrunnen benutzt; nur eine Grube versuchte sie zur Wasserhebung zu verwenden.

Papin erfuhr 1705 durch Leibnitz näheres über Savery's Maschine. Verzweifelnd an dem Erfolg seiner eigenen Erfindung, warf er sich nun auf die Savery'sche, die er in der Weise neugestaltete, wie Fig. 332 zeigt, und sie in dieser Form ins Leben einzuführen trachtete. Die Maschine Savery's ist in dieser neuen Form allerdings wesentlich verbessert, indem der zwischen Dampf und Wasser eingeschaltete Kolben *NH* die nutzlose Niederschlagung des Dampfes zum Theil verhinderte. Auch machte das Aufgießen des gehobenen Wassers auf ein Wasserrad, wenn auch auf unbeholfene Weise, doch die Benutzung der Maschine für Drehbewegungen, also

für allgemeinere Zwecke, möglich. Für Drehbewegung wandte Papin die Maschine auch an, und zwar auf einem Dampfschiff, bei welchem

Fig. 332.

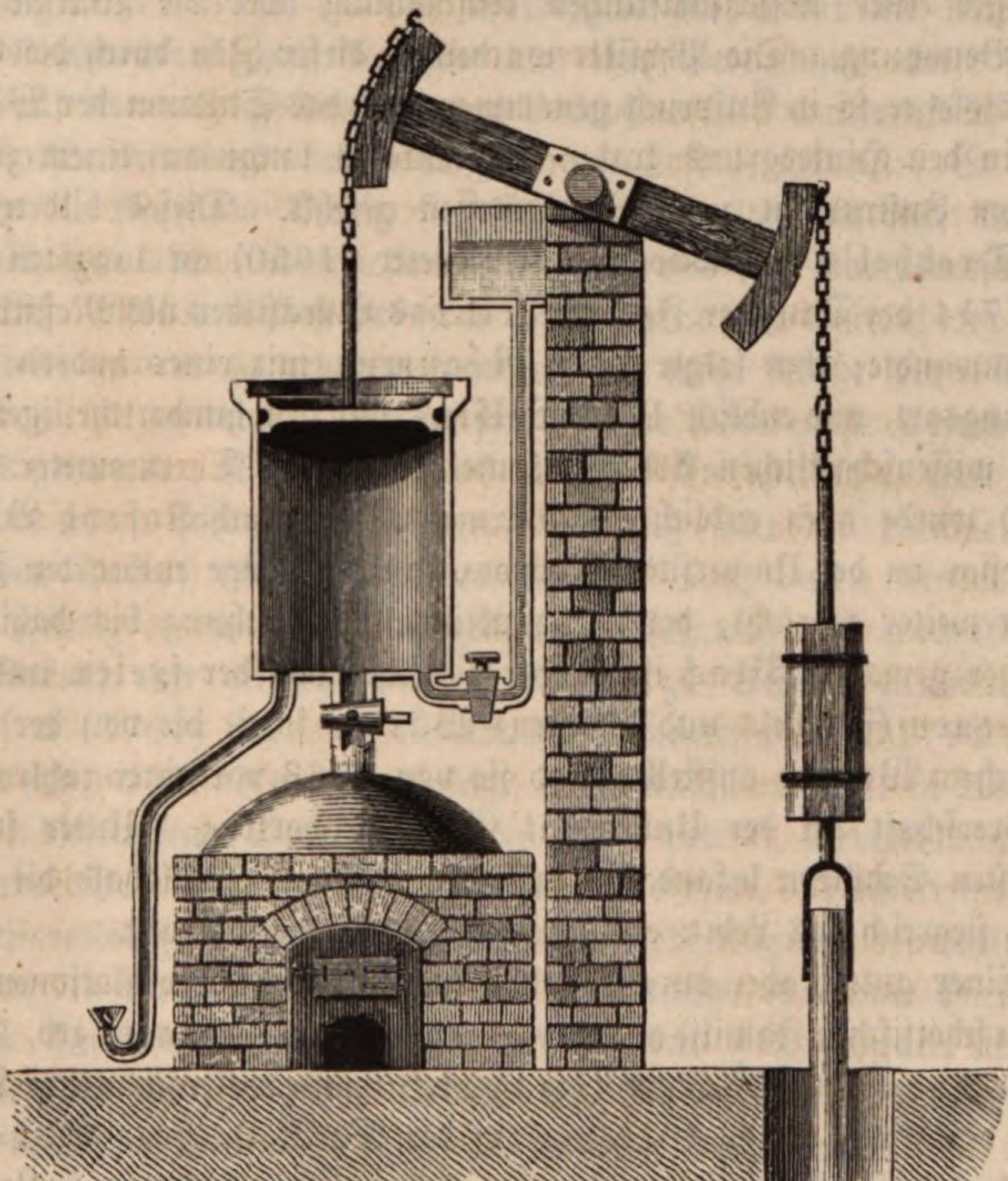


die obige Wasserradwelle zwei Ruderräder umtrieb, und welches 1707 auf der Fulda gelungene Probefahrten machte. Aufs neue faßte nun den wieder auflebenden Mann die Wanderlust; um seine Erfindung besser verwerthen zu können, beschloß er, das ehedem ihm so gastliche Gestade Englands wieder zu suchen. Mit seinem Fahrzeug schiffte er sich 1707 auf der Fulda ein, um dasselbe hinüberzuschaffen; in Münden angekommen, verweigerte man ihm die Fahrt auf der Weser, es entspann sich ein thätlicher Streit, und rohe Matrosen zerschlugen sein Schiff. Gänzlich mittellos und nun vollständig niedergebeugt, kam Papin mit seiner Familie in England an, wo er gegen 1714 in tiefer Dürftigkeit sein an großen Hoffnungen so reiches, an Freude von deren Verwirklichung so armes Leben beschloß.

Andere führten während der Zeit seinen genialen Gedanken mit praktischem Sinn und energischer Hand ins Leben ein. Der Schlosser Newcomen und der Glaser Cowlay in Darmouth, die Mangelhaftigkeit einer Savery'schen „Feuerpumpe" zum Gegenstand des Nachdenkens machend, schrieben darüber an Hooke, der ihnen die Papinische Schrift von 1690 bekannt machte, zugleich aber auch seine Beweise der Untauglichkeit der darin projektirten Maschine. Nichtsdestoweniger versuchten sie an einem Modell, die Maschine brauchbar, vor allem die Kondensation des Dampfes schneller zu machen, indem sie den Cylinder von außen mit Wasser begossen. Der Erfolg war ein sehr guter, und sie suchten ein Patent auf ihre Maschine nach. Auf Savery's Einspruch hin gingen die Freunde, um, als Quäker, einen Proceß zu vermeiden, mit jenem eine Verbindung ein, so daß 1705 an Newcomen, Cowlay und Savery das Patent ertheilt und die atmosphärische Maschine ins praktische Leben eingeführt wurde. Sie erfuhr 1712 die glänzende Verbesserung, durch Einspritzung von kaltem Wasser in den Cylinder die Niederschlagung des Dampfes zu bewirken, so daß sie die in Fig. 333 angegebene und weiter oben beschriebene Anordnung erhielt. H. Potter, ein zum Oeffnen und Schließen der Hähne einer solchen Maschine angestellter Knabe, übergab der Maschine selbst auch diese Arbeit, indem er die Handgriffe der Hähne mit bewegten Theilen durch Schnüre passend verband, und wurde so der Erfinder der selbstthätigen Steuerung. Diese wurde durch Brighton 1718 wesentlich verbessert; um diese Zeit auch wurde das schon 1705 von Papin vorgeschlagene Sicherheitsventil (DF in Fig. 310) durch Desaguiliers, einen in England lebenden Franzosen, praktisch eingeführt, und somit die Newcomen'sche Maschine in einen sehr brauchbaren Stand gesetzt, der ihr zahlreiche Anwendungen zum Wasserheben in den englischen Bergwerken verschaffte. Wenige kleinere Aenderungen abgerechnet, hielt sich nun die Newcomen'sche Feuermaschine auf dem erreichten Standpunkte eine lange Zeit; von den Neuerungen sind zwei zu erwähnen: der Versuch Fitzgerald's, mittelst Zahnrädern und Sperrwerken die schwingende Bewegung des Balanciers auf eine Welle mit Schwungrad zu übertragen (1758), und die bis heute gebliebene Einrichtung Brindley's, die

Kesselspeisung selbstthätig zu machen (1760). Die Maschine hatte zwei Hauptmängel; der eine lag in der Abkühlung des Cylinders

Fig. 333.



durch das Einspritzwasser, wodurch ein großer Wärmeverlust herbeigeführt ward, der andere in der beschränkten Anwendung auf Pumpwerke. Nichtsdestoweniger besaß die Maschine auch ihre guten Eigenschaften, die es dahin brachten, daß in Deutschland noch 1836 Newcomen'sche Maschinen arbeiteten; ja es wird versichert, daß in England an einzelnen wenigen Stellen sich bis heute noch solche erhalten hätten.

Der besprochene Stand von Newcomen's Maschine erhielt sich

bis gegen 1770, also etwa 60 Jahre, und man muß sich füglich wundern über diesen Stillstand des Erfindungsgeistes, der gerade vorher so rasche Schritte gemacht hatte. Die Ursache davon liegt in dem Mangel einer wissenschaftlichen Anschauung über die Wärme und ihre Benutzung. Die Physiker wurden in dieser Zeit durch die Elektricitätslehre so in Anspruch genommen, daß das Studium der Wärme sehr in den Hintergrund trat. So hatte es lange an einem zuverlässigen Instrument zum Wärmemessen gefehlt. Dieses bildete sich von Drebbel's Scheidewasserthermometer (1650) an langsam aus, bis 1714 der Danziger Fahrenheit das Quecksilber als Meßflüssigkeit anwandte; ihm folgte 1730 Réaumur mit einer andern Eintheilungsart, und endlich 1741 Celsius mit dem hunderttheiligen, zu allen wissenschaftlichen Arbeiten heute gebrauchten Thermometer. Um 1760 wurde auch endlich die Wärmetheorie, durch Joseph Black, Professor an der Universität Glasgow, um den lange entbehrten Fortschritt weiter gebracht, der ihre praktische Verwerthung bis dahin so unsicher gemacht. Black ist es, der die Lehre von der freien und gebundenen (sensibeln und latenten) Wärme sowie die von der specifischen Wärme aufstellte, und sie von 1763 vor einer zahlreichen Zuhörerschaft an der Universität Glasgow vortrug. Unter seinen eifrigsten Schülern befand sich auch der Mann, der alsbald die neue Lehre siegreich ins Leben einführen sollte, James Watt.

Einer guten, aber durch verfehlte kaufmännische Spekulationen ruinirten schottischen Familie angehörig, mußte James Watt, geb. 1736 zu Greenock, mit 16 Jahren die ihm bestimmte wissenschaftliche Laufbahn verlassen, um in Greenock in der Werkstätte eines Klein-Mechanikers dessen Geschäft zu erlernen; 4 Jahre später trat er in London in eine ähnliche Werkstätte ein, wurde aber durch eine Krankheit genöthigt, heimzukehren. Als er sich darauf in Glasgow selbstständig einrichten wollte, verweigerten ihm die Zunftgenossen hierzu die unentbehrliche Genehmigung; allein die Universität nahm sich seiner an, indem sie ihm die Ausbesserung ihrer physikalischen Instrumente übertrug (1756), mit der Gestattung, im Universitätsgebäude einen kleinen Laden neben seiner Werkstätte zu errichten. Bald erkannte man aber, daß man in dem bescheidenen Instrumentenmacher ein großes Genie unterstützt hatte, und nach nicht langer Zeit wurde der kleine Laden

im Universitätsgebäude der Vereinigungspunkt der bedeutendsten wissenschaftlichen Männer Glasgows. Mit einer seltenen Geistesschärfe durchdrang Watt die Fragen, die sich ihm als wichtig und interessant aufdrängten. Die ihm (1763) übertragene Reparatur des Modells einer Newcomen'schen Maschine gab ihm Gelegenheit, diese seine Gabe auf das wichtige Problem der Dampfmaschine anzuwenden, und sein Nachdenken wurde von dem schönsten Erfolge gekrönt. Er verbesserte die Maschine Schritt für Schritt, und sah sich bald tief in das wichtigste aller industriellen Probleme, das der Dampfmaschine, verwickelt. 1764 verließ er seine Stellung an der Universität, um als Civilingenieur zu arbeiten, und sich mit mehr Muße seinen Lieblingsideen hinzugeben. 1765 machte er seine bedeutendste Erfindung, die des getrennten Kondensators nebst der Luftpumpe, gab dem Cylinder einen schützenden Mantel, und ließ statt der abkühlenden Luft den Dampf über den Kolben treten. Nach vielen Modellversuchen gelang es ihm auch, eine größere Ausführung (auf einer Grube bei Kinneil) mit ausgezeichnetem Erfolge zu Stande zu bringen, worauf er (1769) sich seine Erfindungen patentiren ließ. 1774 verband er sich mit Boulton zur Anlage einer Maschinenfabrik in Soho, und mit diesem regen Geiste und klaren Kopfe vereint, vervollkommnete und verbreitete er nun mehr und mehr seine Maschine. 1784 Erfindung des „Parallelogramms“ und darauf der Uebertragung der Kolbenbewegung in eine drehende mittelst der altbekannten Kurbel. Hiermit war der Dampfmaschine ein neues unabsehbares Feld eröffnet, indem sie nun von der einseitigen Anwendung in den Bergwerken hinweg zu der buntesten Mannigfaltigkeit industrieller Benutzungen jeder Art verpflanzt wurde.

Hiermit war die Watt'sche Dampfmaschine zu einer großen Vollkommenheit gebracht, in welcher sie durch die noch weiter unten anzuführenden Mechanismenverbesserungen noch etwas stieg; ihr eigentliches Princip aber hatte sie in einem hohen Grade der Vollkommenheit verwirklicht. Der Grundgedanke der Watt'schen Maschine ist nämlich, um es zu wiederholen, kein anderer, als die Benutzung des Dampfes zur Herstellung der Leere, resp. des luftverdünnten Raums, derselbe Gedanke, den Toricelli's Quecksilbersäule ahnen ließ, den Guericke's Versuche angeregt, dessen

Verwirklichung Papin's Erfindung gesichert hatte. Man benutzte statt der scheinbar sich zu allernächst darbietenden Macht des Dampfdruckes gerade diejenige Eigenschaft des Dampfes, welche die Abwesenheit von Druck hervorruft, und dieses ist das wahre Kennzeichen, daß die Dampfmaschine nicht auf Grundlage der trüben und planlosen Beobachtungen der alten und ältesten Zeit geschaffen wurde, sondern daß sie ein ächter Sprößling der neueren Wissenschaft ist, deren Geburtsstunde wir oben mit Toricelli's geistreicher Erfindung zusammenfallend fanden. Nicht also der glückliche Gedanke eines Einzelnen, sondern das Ergebniß einer wissenschaftlichen Fortschrittsepoche ist die Dampfmaschine; man verdankt sie nicht dem Einfall „eines seiner Zeit vorauseilenden Genies", sondern einer durch den richtigen Anstoß ermöglichten segensreichen Erweiterung des menschlichen Gedankenkreises, welche die Frucht nicht eher zu brechen gestattete, als da sie reif war.

Heute ist die Watt'sche Maschine verlassen; ihre niedrige Dampfspannung fordert zu große Cylinder und gestattet nicht die allergünstigste Ausnutzung der Wärme; selbst die der Watt'schen Maschine noch am nächsten stehenden Dampfschiffmaschinen bedienen sich einer höhern Dampfspannung als Watt. Will man den besten Wirkungsgrad erzielen, so benutzt man jetzt hochgespannten Dampf, den man stark expandiren läßt und dann niederschlägt. Diese Umgestaltung der Dampfmaschine begann am Ende des verflossenen Jahrhunderts. Nachdem schon Watt angefangen hatte, von der Expansivkraft des Dampfes einen kleinen Vortheil zu ziehen, patentirte 1781 Hornblower eine zweicylindrige Expansionsdampfmaschine, vermochte sie jedoch nicht einzuführen, da Boulton und Watt das Kondensatorpatent besaßen. 1797 versuchte Cartwright die trockne oder Oberflächenkondensation einzuführen, ohne indessen zu einem vortheilhaften Resultat zu gelangen; er konstruirte aber gleichzeitig die ersten guten Metallkolben. 1799 gesellte sich zu dieser konstruktiven Verbesserung, von Murray erfunden, die Schiebersteuerung (Muschel-Schieber), welche die bis dahin angewandten Hähne und Ventile vortheilhaft ersetzte. Von 1802 an begann sodann das Princip der einfachen Hochdruckmaschine Verbreitung zu finden. Diese Maschinengattung, zu der schon der Deutsche Jakob Leupold

1724 eine Art von Vorschlag in seinem bekannten großen Werke: „Schauplatz der Maschinen“ machte, kam in England durch Trevithick und Vivian auf, welche sie zuerst nur zu transportablen Maschinen, bald aber auch in vielseitigen anderen Anordnungen ausführten. Ungefähr gleichzeitig mit Trevithick und Vivian arbeitete in Amerika Oliver Evans an der Einführung der Hochdruckmaschine, deren Brauchbarkeit er selbstständig erkannt (1795), die er indessen, irregeleitet durch eine falsche Deutung der Dampfgesetze, weit überschätzte. 1804 nahm Arthur Woolf nach Erlöschung des Hornblower'schen und des Watt'schen Patentes die Zweicylindermaschine auf, ließ sie mit starkdrückendem Dampf arbeiten, und führte sie mit Erfolg in die Praxis ein, wo sie seinen Namen behalten hat und heute noch an Verbreitung nur zunimmt. Doch hatte auch Woolf ganz ähnlich wie Evans das Expansionsgesetz ganz falsch aufgefaßt und seiner Maschine eine um vieles zu hohe Wirkung zugeschrieben. Er nahm nämlich an, daß bei konstanter Temperatur der Dampf von z. B. 40 Pfund Ueberdruck sich auf das 40fache seines Raumes ausdehnen könne, ohne seine Spannung unter 1 Atmosphäre zu vermindern, während sich solcher Dampf in der That auf $1/40$ seiner anfänglichen Spannung, also auf einen Druck von $\frac{40 + 15}{40} = 1\,^3/_8$ Pfund über Null ausdehnen würde. Unter jener falschen Voraussetzung betrachtet, mußte Woolf's Maschine von ganz außerordentlichem Werth erscheinen; ihr wahrer Werth war aber, wie gesagt, schon groß genug, ihr volle Anerkennung und Anwendung zu verschaffen.

Die Dampfmaschine erfuhr von da an, abgesehen von den weiter unten zu besprechenden Arbeiten der letzten Jahre, wesentlich nur in konstruktiver Beziehung, darin aber auch mannigfaltige Abänderungen. Die erste rotirende Maschine wird Amontons (1799) zugeschrieben; die Vorschläge zu derselben haben, obgleich ihre Vortheilhaftigkeit noch erst erwiesen werden müßte, eine außerordentliche Zahl erreicht, ohne daß eine einzige Art sich eine Anerkennung in weiteren Kreisen hätte erringen können; dennoch taucht die Idee dieser Maschine, fast einer unheilbaren Manie zu vergleichen, immer wieder aufs neue auf. Die Maschine mit schwingendem Cylinder, schon von Watt vorgeschlagen, wurde zuerst von Manby 1817 (nach anderen erst von Cavé 1824)

gebaut. 1837 wurde von Hamphry die „Rohrmaschine“ (Trunk engine; machine à fourreau) eingeführt; Hamphry wandte ein elliptisches Rohr an, welchem später durch Penn und Maudsley die heute beliebte cylindrische Form gegeben wurde. Eine namentlich für die Seeschiffe wichtige Verbesserung haben die letzten 40 Jahre gebracht in der jetzt als gelungen anzusehenden Konstruktion des Oberflächen-Kondensators. Andere Abänderungen der mannigfaltigsten Art haben namentlich die Schraubenschiffe hervorgerufen, ohne indessen ganz neue Anordnungen zu schaffen. Die Details und Ausrüstungstheile der Dampfmaschine und des Kessels sind bis in die neuesten Tage fortschreitenden Verbesserungen unterworfen, die nicht ohne wichtigen Einfluß auf die Güte und Brauchbarkeit der Maschinen geblieben sind.

Im Jahre 1807 bekam die Dampfmaschine eine bedeutsame und erfolgreiche neue Anwendung, nämlich die auf die Schifffahrt, nachdem Foulton das erste Dampfschiff in Newyork vollendet hatte. Die Dampfschifffahrt dehnte sich rasch aus; sie datirt in England von 1811, in Frankreich von 1816, auf dem Bodensee von 1822, auf dem Rhein von 1825; die transatlantische Dampfschifffahrt begann 1838, wo der Great-Western, von Brunel gebaut, die erste Fahrt von England nach Amerika machte.

Von 1814 an wurde die Dampfmaschine zum Eisenbahnbetrieb angewandt, indem damals Stephenson auf der Stockton-Darlington-Bahn den ersten brauchbaren Dampfwagen in Thätigkeit setzte. Das Jahr 1829 gab dem Lokomotivbau einen hohen Aufschwung, indem auf eine Preisaufgabe der Liverpool-Manchester-Bahn hin Stephenson eine Lokomotive, den „Rocket“ (Rakete) baute, welche bei 10 engl. Meilen Fahrgeschwindigkeit pro Stunde einen Zug von ihrem dreifachen Gewichte zog. Stephenson's Maschine hatte die von Seguin (nach anderen von Arzberger) zuerst angewandten Heizröhren bei dem Dampfkessel benutzt, die bis heute wegen ihrer wirklich hohen Vorzüge im allgemeinen Gebrauch geblieben sind.

James Watt hatte das Glück, die Maschine, auf deren Ausbildung er einen so bestimmenden Einfluß ausgeübt, die in ihm fast ihren zweiten Erfinder erhalten hatte, zu einer großartigen Entwicklung fortschreiten zu sehen. Erst 1819 beendete er sein bedeutungsvolles, an geistiger Thätigkeit so reiches Leben. Sein geistiges Schaf-

fen war in der That von einer seltenen Vielseitigkeit; denn er beschäftigte sich nicht nur mit der Dampfmaschine, sondern er zählt unter die hervorragenden Entdecker auch in anderen Wissenszweigen. So ist es z. B. jetzt zweifellos festgestellt, daß Watt die chemische Zusammensetzung des Wassers (aus Sauerstoff- und Wasserstoffgas) zuerst erkannt hat; er erfand das Bleichen mit Chlor; auch verdankt man ihm die Erfindung der theoretisch und praktisch so werthvollen Dampfheizung, und unter anderen kleineren mechanischen Vorrichtungen die allbekannte Brief-Kopirpresse (Patent von 1780). Watt's Leben war ein glückliches und befriedigtes bis an seinen Tod, welcher 1819 am 25. August erfolgte. Sein Leben bildet den vollen Gegensatz zu Papin's vom Mißgeschick verfolgten Dasein. Beide waren Männer von bedeutenden Gaben, beide hinterließen der Welt in ihren Erfindungen werthvolle Geschenke; während aber Papin ohne Entschiedenheit, ohne Sicherheit eines Zieles, schwankenden und weichen Charakters, sich überall im Leben wie in seinen Arbeiten selbst den Boden unter den Füßen zerstörte, ging der klare und entschiedene Watt mit Ruhe einem vorgesteckten Ziele zu, und erwarb sich durch besonnenes und energisches Handeln eine feste Lebensstellung, die es ihm möglich machte, mit Sammlung und Sicherheit der Wissenschaft und seinem besonderen Fache zu leben. Freilich stützte ihn der durch Verstand, Charakterstärke und Herzensgüte gleich ausgezeichnete Boulton — dem die Engländer mit vollem Fug in der Geschichte der Dampfmaschine einen Platz einräumen — ein Freund und Beistand, welcher dem französischen Doctor mangelte; allein gerade die Erwerbung und Erhaltung dieses Freundes ist bei Watt Charaktersache und dürfte bei Papin vielleicht unmöglich gewesen sein. Darum darf man wohl nicht ohne weiteres die Verkennung Papin's seinen Zeitgenossen zum Vorwurf machen, welche wir im großen Ganzen doch nicht anders zu beurtheilen befugt sind, als deren Nachkommen, die voll Anerkennung in der Westminster-Abtei ein Denkmal errichteten für:

JAMES WATT,

welcher die Kraft eines schöpferischen,
in wissenschaftlichen Forschungen früh geübten Geistes
wandte auf die Verbesserung der Dampfmaschine,
dadurch die Hilfsquellen seines Landes erweiterte,
die Kraft des Menschen vermehrte,
und sich zu einem hervorragenden Platze erhob
unter den berühmtesten Männern der Wissenschaft und den
wahren Wohlthätern der Welt.

Der unmittelbare Einfluß der Dampfmaschine auf die Industrie ist ein ungeheurer gewesen; ja man kann fast sagen, daß der Begriff industrielles Arbeiten erst durch die Dampfmaschine geschaffen worden sei, denn der kümmerliche Betrieb der vor 1700 bestehenden Hütten- und Bergwerke, Mühlen, Webereien und anderen Anlagen unterscheidet diese im Wesen kaum von dem Handwerk. Unsere Maschine brachte zunächst in diese Gewerbe einen kräftigeren Schwung, indem sie bei ihnen die Menschen-, Thier- oder Wasserkraft durch die Kraft des Dampfes ersetzte, und bei der Vergrößerung des Arbeitvermögens, welche sie in sich trug, eine bedeutende Erhöhung der Leistungen sofort nach sich zog. Sodann schuf sie rückwirkend die arbeitenden Werkzeuge, welche durch die neue Kraft getrieben wurden, zu erhöhter Fähigkeit und Güte um. Und endlich rief dieses Vorbild in rascher Folge die Erfindung neuer Arbeitmaschinen hervor, die jetzt so an Wichtigkeit gewonnen haben, daß sie als eine Lebensnothwendigkeit der Völker betrachtet werden müssen, so namentlich die Spinnmaschinen für Baumwolle, Wolle, Seide und Flachs; die Webemaschinen für diese Faserstoffe, nebst dem ganzen Gefolge von arbeitenden Mechanismen, welche bei der Fertigstellung der gewobenen Stoffe einzuwirken haben; ferner die Maschinen zur Bearbeitung der dem Hüttenproceß unterworfenen Mineralien, sowie diejenigen für die Bearbeitung der Metalle und endlich, um die Reihe der Beispiele nicht zu lang werden zu lassen, jene große Reihe von Maschinen, welche, ein fruchtbares Geschlecht, sich selbst und ihrer aller Erzeugerin, die Dampfmaschine, stets verjüngt und vervollkommnet wieder hervorbringen.

Ueberschaut man jetzt den Entwicklungsgang unserer Maschine,

so sieht man, daß derselbe sich im Anfang nicht an einzelne Nationen bindet, sondern mit den Keimen der neuen Wissenschaft verbunden unter den Gebildeten aller Länder seine Förderer findet. Sobald aber ein fester wissenschaftlicher Grundgedanke erworben ist, und nun die technische Frage mehr und mehr in den Vordergrund tritt, ist England das Land, in welchem mit einer erstaunlichen Tüchtigkeit und Rührigkeit die Greifbarmachung und Verwerthung der neuen Idee betrieben wird. Mit gerechtem Stolze darf das englische Volk auf diese geschichtliche Thatsache blicken, in welcher es sich einen zweifellosen Anspruch auf allgemeine Anerkennung seines praktischen Sinnes erworben hat. Im Anfang hatte England beinahe ganz allein den Maschinenbau in seinen Händen. 1778 wurde in Frankreich durch Périer in Chaillot die erste Maschinenfabrik errichtet. Im Anfang dieses Jahrhunderts übertrug sodann der Engländer Cockerill den Maschinenbau nach Belgien durch Gründung der Fabrik in Seraing. Bald auch fing Deutschland an, seinen Bedarf an Dampfmaschinen mehr und mehr selbst zu beschaffen. Frankreich und Deutschland entwickelten von da an, dem vorauseilenden England nacheifernd, die Industrie des Dampfmaschinenbaues mehr und mehr. 1825 gründete Cavé in Paris seine heute sehr bedeutende Maschinenbauanstalt, in welcher bis jetzt nicht weniger als ein Sechstheil aller in Frankreich bestehenden Dampfmaschinen gebaut worden sind. Auch Deutschland gewann nach und nach großartige Maschinenfabriken, worunter die vorzugsweise dem Lokomotivbau gewidmete von Borsig in Berlin sich zu einer der ersten Stellen emporgeschwungen und dem deutschen Kunstfleiß eine weit über Deutschlands Grenzen gehende Anerkennung verschafft hat. Auch Amerika hat selbstständige Schritte im Maschinenbaufache gethan, und sich dabei durch eine originelle Auffassung der Konstruktionen bemerkbar gemacht, welche, in den tragenden Theilen sich aus dem Holzbau entwickelnd, ein ganz eigenthümliches Gepräge behalten haben. Spanien, Italien, Norwegen, Dänemark und Rußland haben sich noch keinen bestimmenden Einfluß im Maschinenbaufach erworben, sondern hängen noch mehr oder minder von den Nachbarländern ab, so daß vorzugsweise Mittel- und West-Europa nebst Nordamerika von dem eigentlichen Schwung der Industrie erfaßt sind. Die Führerstelle, welche England darin

bisher eingenommen, wird ihm jetzt mehr und mehr erschwert und streitig gemacht, augenscheinlich deshalb, weil es noch immer verschmäht, sich die wissenschaftlichen Hilfsmittel für das Maschinenfach in dem Maße anzueignen, wie es namentlich seine europäischen Concurrenten verstanden haben. Möge nur Deutschland fortfahren, diese mächtige Waffe mehr und mehr zu schmieden und zu schwingen.

Die Folgen zu schildern, welche die Ausbildung der Industrie, dieses neuen Factors des Völkerlebens, auf die Menschheit gehabt, fällt nicht innerhalb der Aufgabe dieser Skizze; ihr Eingriff in das ganze Wesen und Getriebe der civilisirten Welt ist auch so ausgedehnt und verzweigt, daß sich nur schwer darüber eine sichere, vielleicht nicht einmal eine vollständige Uebersicht gewinnen läßt. Das aber geht aus alledem, was sich aus dem gährenden Gewirre der heraufbeschworenen gesellschaftlichen Umformung abzuklären im Stande war, hervor, daß die Dampfmaschine mit ihrem Einfluß ein großer Segen, ein überreiches Geschenk gewesen ist und bleiben wird, und daß entweder ein übergroßer Kleinmuth oder eine absichtliche Verkennung der Umstände dazu gehört, um diese Wahrheit über dem unausbleiblichen Anhang socialer Mißstände zu übersehen oder gar ins Gegentheil verkehrt zu erblicken.

III.

Nun wir am Ende unseres geschichtlichen Abrisses stehen, drängt sich leicht die Frage auf: Was hat man mit unserem Dampfmaschinenbau an Kraftleistung erreicht, und wie steht diese Leistung im Verhältniß zu den aufgebotenen Mitteln, d. h. wie verwerthen wir bei der Dampferzeugung und -Benutzung unsere Brennstoffe? Einige Zahlenangaben werden im Stande sein, diese Fragen übersichtlich zu beantworten.

Die Größe der Dampfmaschinen ist nach und nach sehr gesteigert worden. Während man es anfangs für etwas ungeheures hielt, eine Maschine von 100 Pferdestärken zu bauen, wundert man sich heute nicht über 400- bis 500pferdige Dampfmaschinen, die dann auch eine bedeutende Größe in allen Theilen erhalten. Die Wasserhebungsmaschinen bekommen namentlich sehr große Cylinder, wenn sie eine

bedeutende Leistung entwickeln sollen, da sie nur einfachwirkend sind und keine große Kolbengeschwindigkeit haben. Die Grube Bleiberg bei Moresnet in Belgien weist zwei, in Seraing gebaute, Pumpmaschinen auf, welche 105 Zoll Cylinderdurchmesser bei 10 Fuß Hub haben, und mit Dampf von $3^1/_2$ Atmosphären, der 4- bis 5fach expandirt, arbeitet; die zugehörigen Schachtpumpen haben 1 Meter Durchmesser. Sehr bemerkenswerthe Pumpwerke wurden zur Trockenlegung des Harlemer Meeres gebraucht. Zu diesem großartigen Unternehmen, das sich einer Reihe der bedeutendsten Drainagearbeiten der Holländer anschließt, wurden 3 Dampfmaschinen, der „Leeghwater", der „Cruquius" und der „Lynden" (so benannt nach den drei berühmtesten Ingenieuren, welche in verschiedenen Zeiten Pläne für das große Unternehmen ausgearbeitet hatten) gebraucht. Dieselben haben koncentrische (Woolf'sche) Cylinder von 12 und 7 Fuß Durchmesser; jede der drei Maschinen arbeitet mit 350 bis 500 Pferdestärken (je nach dem Expansionsgrad) und hebt pro Kolbenschub mittelst Pumpen von 10 Fuß Hub bei 63 und 73 Zoll Durchmesser 66 Kubikmeter Wasser durchschnittlich 16 Fuß hoch. Man begann die Arbeiten 1842 und beendigte sie 1852; es wurden circa 45000 Acres Land trocken gelegt, wovon 1847 schon 17000, mit einer Bevölkerung von über 5000 Seelen, unter Anbau lagen. Die Maschinen schafften im Ganzen etwa 8000 Millionen Kubikmeter oder Tonnen Wasser weg. — Das englische Riesenschiff „Leviathan" besitzt für den Räderbetrieb eine viercylindrige Dampfmaschine von etwa 1200 Pferdestärken, deren Cylinder 74 Zoll Durchmesser und 14 Fuß Schub haben, und zum Schraubenbetrieb ebenfalls eine Maschine von 4 Cylindern, die 84 Zoll Durchmesser bei 4 Fuß Schub haben, und 2500 Pferdestärken zusammen entwickeln sollen; demnach wird dieses Schiff bei voller Kraft mit ungefähr 4500 Pferdestärken fahren. Seine in neuester Zeit (1864) so ziemlich constatirte Unbrauchbarkeit liegt nicht in Fehlern der Maschinen.

Die erstaunliche Stärke der genannten einzelnen Maschinen läßt erwarten, daß die Gesammtstärke der auf der Erde thätigen Dampfmaschinen sehr bedeutend ist. In verschiedenen Ländern ist die Zahl der in Benutzung gezogenen Dampfmaschinen statistisch erhoben, obschon leider nicht mit der Vollständigkeit, welche eine genaue Beurtheilung

erheischen würde. Die Entwickelung der **preußischen** Industrie in dieser Beziehung zeigt folgende gewiß interessante Zusammenstellung:

Jahr	Landmasch.	Pferdestärken	Schiffmasch.	Pferdestärken	Lokomotiven	Pferdestärken	Ueberhaupt Maschinen	Ueberhaupt Pferdestärken
1837	419	3356	4	158	—	—	423	7514
1840	615	11713	6	226	13	340	634	12279
1843	862	16496	79	3869	149	6867	1090	27241
1846	1139	21716	77	4737	275	14677	1491	41130
1849	1445	29483	90	9319	429	28348	1964	67150
1852	2124	43049	102	9232	607	40191	2833	92476
1855	3049	61945	123	10907	913	88922	4085	161774
1862	—	—	—	—	—	—	8653	365707

Die Summe der Pferdestärken ist als zu klein anzusehen, da die amtlichen Erhebungen vorzugsweise sog. **nominelle** Pferdestärken erhielten, die durchschnittlich ziemlich viel größer sind, als die wirklichen. Dennoch erscheint auch die neueste Zahl für ganz Preußen immerhin nicht sehr hoch. In England dagegen ist die Zahl und Stärke der Maschinen außerordentlich groß, indem nämlich die Land-, Schiff- und Lokomotivmaschinen 1855 ungefähr $2^1/_2$ Millionen Pferdestärken ergaben, heute sogar auf 6 bis 8 Millionen angeschlagen werden. Nun kommt mit einem kolossalen Summanden noch das rastlos fortgeschrittene Amerika, so daß nach englischen Zusammenstellungen sich die Gesammtstärke aller Dampfmaschinen der Erde heute (1864) auf etwa 15 bis 20 **Millionen Pferdestärken** schätzt. Auf den ersten Blick fällt es uns schwer, uns hiervon eine Vorstellung zu machen; einige Vergleiche werden aber einen Maßstab an die Hand geben.

Nimmt man an, der Rhein habe seiner ganzen Erstreckung vom Bodensee bis zum Meer nach die am Oberrhein sich zeigende mittlere Wassermenge von 4000 Kubikfuß pro Sekunde, so ergibt sich, da der Bodenseespiegel ungefähr 1200 Fuß über dem Meer liegt, als

absolute Arbeitstärke des Rheinstroms vom Bodensee zum Meer die Zahl von 620000 Pferdestärken, d. i. etwa $^1/_{30}$ der Gesammtstärke aller Dampfmaschinen der Erde. Ungleich mächtiger aber ist an einer einzigen kurzen Stelle der Niagara. Der Niagarafall selbst hat eine Höhe von 133 Fuß, die sich mehrere englische Meilen stromauf erstreckenden Stromschnellen ein Gefälle von 200 Fuß, so daß im Ganzen die riesige, nach angestellten Berechnungen im Mittel 33 Millionen Kubikmeter oder Tonnen pro Stunde betragende Wassermasse des Stromes dort 333 Fuß hoch hinunterstürzt. Die Arbeitstärke des Gefälles berechnet sich nach diesen Zahlen zu $12^1/_2$ Millionen Pferdestärken, d. i. zu etwa $^2/_3$ der Stärke sämmtlicher irdischen Dampfmaschinen. So würde also der Niagarafall, wenn man ihn mit 50 Procent Nutzeffekt ausnutzen könnte, etwa $^1/_3$ so viel leisten, als alle Dampfmaschinen der Erde, wenn sie Tag und Nacht thätig wären; oder umgekehrt, alle Dampfmaschinen der Erde würden, um den Niagarafall geschaart, bei 16stündiger täglicher Arbeit kaum im Stande sein, dessen Wassersturz wieder auf die Höhe der Stromschnellen zu schaffen. Und doch, einen wie kleinen Theil des atmosphärischen Niederschlags führt der Niagarastrom dem Meere zu. Der letztere läßt sich annähernd wie folgt berechnen.

Die mittlere jährliche Regenmenge beträgt in Archangel 20 Zoll, in den heißen Zonen 100 Zoll, im Mittel also etwa 5 Fuß. Man nimmt nun an, daß die mittlere Regenfallhöhe etwa 900 Fuß betrage; hiernach berechnet sich die durchschnittliche Arbeitstärke des Regens für die Quadratmeile zu:

$$\frac{24000^2 . 5 . 62 . 900}{365 . 24 . 60 . 60 . 480} = \text{nahe } 10600 \text{ Pferdestärken.}$$

Dies gibt als Arbeitstärke des ganzen atmosphärischen Niederschlages, also der verdunstenden Wirkung der Sonnenstrahlen auf das gesammte Wasser der Erde, da letztere ungefähr 9280000 Quadratmeilen Oberfläche hat, eine Arbeitstärke von

$$9280000 . 10600 = 98368 \text{ oder in runder Zahl}$$
$$100000 \text{ Millionen Pferdestärken.}$$

Beschämt treten wir zurück von dem Wagniß, die von Menschenkunst in Wirkung gesetzten Kräfte zu vergleichen mit denjenigen der

Natur. Denn ein mittelgroßer Strom zeigt schon eine Stärke, die ein merklicher Theil derjenigen aller unserer Dampfmaschinen ist; der einzige mächtige Niagarafall erreicht nahe unsere Anstrengungen, er spottet der scheinbaren Riesengewalt des „Leviathan“, ist selbst aber wiederum bedeutungslos gegen die Vollgewalt des atmosphärischen Niederschlages, der die Gesammtanstrengung aller unserer Dampfmaschinen um das 5000fache übertrifft.

War der Vergleich mit den Naturgewalten anmaßend, so gibt es einen andern, der unser Selbstbewußtsein wieder zu heben im Stande ist, der Vergleich nämlich mit dem Arbeitvermögen der Menschenhände. Wenn von den 1000 Millionen Menschen, welche die Erde bewohnen sollen, alle arbeitsfähigen starken Männer ausgewählt würden, so erhielte man im allergünstigsten Falle etwa $^{7}/_{100}$ der obigen Zahl an Arbeitern. Ließe man diese 12 Stunden täglich angestrengt arbeiten, so würden sie, die Pferdestärke zu 6 Menschenstärken angenommen, eine Arbeitstärke von $^{70}/_{6}$ oder nahe 12 Mill. Pferdestärken repräsentiren, d. i. etwa $^{2}/_{3}$ von dem, was unsere Dampfmaschinen leisten können. In Wirklichkeit arbeitet aber nicht $^{1}/_{10}$ jener Menschenanzahl industriell, so daß man sieht, daß wir mit den Dampfmaschinen die *wirklich geleistete industrielle Arbeit aller Menschen* sehr weit überholt haben, und auch die *mögliche* Leistung derselben bald weit hinter uns lassen werden, da die Zahl der in Thätigkeit kommenden Dampfmaschinen reißend zunimmt.

Von hohem Interesse ist nun die Frage, in welchem Grade wir das Arbeitvermögen unserer Brennmaterialien, also vorzugsweise der Steinkohlen ausnutzen. In Cornwallis ist es gebräuchlich, den Effekt der Wasserhebungsmaschinen durch Angabe der Gewichtmenge Wassers auszudrücken, welche die Maschine bei Verbrennung eines *Bushels* (84 bis 88 Pfd.) Steinkohlen 1 Fuß hoch hebt. Die Größe und allmälige Zunahme der Wirksamkeit der Dampfmaschinen ergibt sich aus folgender Zusammenstellung.

Mit 1 Bushel Steinkohlen hob:

die *Savery*'sche Maschine	1000	Tonnen 1 Fuß hoch
die *Newcomen*'sche Maschine	3500	„ „ „
die erste *Watt*'sche Maschine	6000	„ „ „
die doppeltwirkende Maschine	10000	„ „ „

die jetzige Watt'sche Maschine	15000	Tonnen	1 Fuß	hoch
bei größerer Sorgfalt	21000	„	„	„
die cornischen Maschinen	41000	„	„	„
	bis 56000	„	„	„

Heben wir hiervon die beste Leistung, die der vorzüglichsten cornischen Maschinen heraus, und führen die Leistung auf 1 Pfund Steinkohlen zurück, so ergibt sich für das Pfund Kohle eine Leistung gleich der Erhebung von 650 Tonnen auf 1 Fuß Höhe, d. i. die Tonne zu 2000 Pfund genommen 1300000 Fußpfund. Nun vermag aber ein Pfund Steinkohle 6- bis 7000 Wärmeeinheiten bei der Verbrennung zu entwickeln, und es gibt, wie theoretische Nachweise und die schärfsten Experimente zeigen, jede Wärmeeinheit, wenn keine Verluste stattfinden, eine Arbeit von etwa 420 Kilogrammeter oder auf preuß. Maß übertragen, nahe 1350 Fußpfund aus. Demnach würde 1 Pfund Steinkohlen theoretisch wenigstens 6000 . 1350 = 8100000 Fußpfund Arbeitvermögen enthalten. Es beträgt mithin der Wirkungsgrad unserer allerbesten Dampfmaschinen, die obigen wahrscheinlich noch zu hohen Angaben als richtig vorausgesetzt, nur $^{13}/_{81}$ oder nicht ganz 14 Procent. Die Savery'sche Maschine gab hiervon sogar nur den 56sten Theil, mithin nicht ganz $^{1}/_{4}$ Procent Nutzleistung.

Wir sehen also, daß unsere heutigen Dampfmaschinen, selbst auf der höchsten Vollkommenheitsstufe, das eigentliche Arbeitvermögen des Brennstoffes nur schlecht ausnutzen. Der Fortschritt von der Savery'schen bis zur cornischen Maschine ist, wie es aus obigem hervorgeht, ein sehr bedeutender gewesen, und es scheint danach, daß man hoffen dürfe, die Dampfmaschine auf jenen Wirkungsgrad zu bringen, den man bei den übrigen Kraftmaschinen gut erreicht, auf $^{3}/_{4}$ nämlich, was einer Verbesserung auf das fünf- bis sechsfache entspräche. So hoch nun läßt sich der Wirkungsgrad der Dampfmaschine nie treiben, da die unumgängliche Erwärmung des Brennstoffes bis zur Entzündungstemperatur eine große Menge Wärme erfordert und noch andere ganz unvermeidliche Wärmeverluste stattfinden. Das aber hat man wissenschaftlich nachgewiesen, daß sich der Nutzeffekt auf 20 bis 25 Procent, also etwa das zweifache seines jetzigen günstigsten Werthes sollte bringen lassen, und wir dürfen in der That hoffen, daß man es zu dieser

oder einer angenäherten Verbesserung oder eigentlich Umgestaltung der Dampfmaschine werde bringen können.

Der größte der vermeidbaren Effektverluste unserer Dampfmaschine liegt in dem Wärmeaufwand, den die Verwandlung des Wassers in Dampf beansprucht, und es ist daher vorzugsweise dieses der Punkt, auf welchen sich die Bestrebungen der heutigen Dampfphysiker und Mechaniker richten. Als ein Ergebniß dieser Richtung sind unter Andern die Siemens'sche, die Pascal'sche und andere Dampfmaschinen, die mit überhitztem Dampf arbeiten, zu nennen. Bisher haben aber solche nach den besten Grundsätzen angelegte Maschinen noch nicht bis zur allgemeinen praktischen Verwerthung durchdringen können, da die Ausführung manche noch nicht besiegte Schwierigkeiten bietet; doch steht das Gelingen dieser und ähnlicher Versuche uns wohl in nicht gar zu weiter Ferne bevor. Uns diesem Ziele näher zu bringen, ist eine des tiefsten Nachdenkens und rastlosesten Studiums höchst würdige Sache; nicht wenig dazu beitragen werden die erfreulicherweise sich immer allgemeiner verbreitenden richtigen Anschauungen der mechanischen Wärmetheorie.

Inhalt.

Neuntes Kapitel.

Von den Werkzeugen und Materialien.

A. Werkzeuge.

B. Materialien.

C. Von den Kitten.

Nachträge.

Zusätze und Berichtigungen.

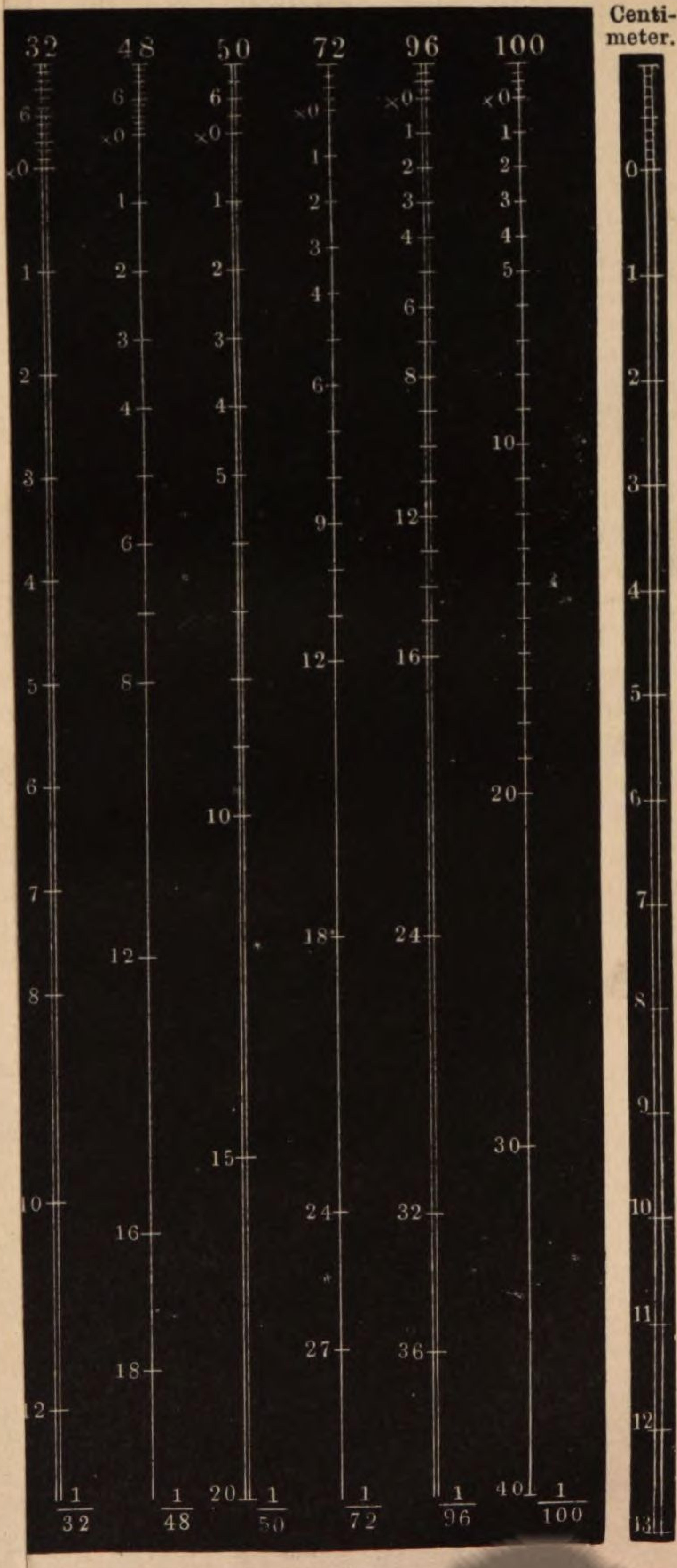
Seite 225 Zeile 4 von oben soll es nicht Nobiling, sondern Hipp heißen.

Seite 208 ist zu Anstrich gereinigter Kessel-Innenwände Theer und Talg ꝛc. angegeben. Hiervon hat man Abstand zu nehmen, wenn die Dämpfe in Färbereien, Appreturanstalten, zu chemischen Zwecken verwendet werden sollen.

Seite 67 u. f. Artikel 54 behandelt die Vorfeuerung bei Dampfkesseln. Diese ist für Steinkohlen thunlichst zu vermeiden, da sie nicht gestattet, deren wirksamste, strahlende Wärme zu benutzen. Sie empfiehlt sich aber für Torfklein, Braunkohlen, Sägespäne.

Kessel mit Flammröhren (Figuren 8, 51, 56) sind beim Kaltmachen (Artikel 131 u. f.) vorsichtig zu behandeln, um Schadhaftwerden der Eckverbindungen an den Stirnwänden zu vermeiden. Man lasse 4 bis 6 Stunden lang kalte Luft durch die Züge zur Abkühlung des Mauerwerks streichen, lasse dann erst das Wasser aus dem Kessel. Andernfalls erhitzen sich die Außenkörper wieder, strecken sich, während die Flammröhren sich verkürzen.

Das in Figur 134 dargestellte Abblaseventil wird heute durch ein ähnliches, aber besseres ersetzt, welches keine Kröpfung des Rohres hat.



ɪenutze ich, um
wohnhaft, ein

ʋidme. Ich er-
zur Benutzung

ɛhnische Nach-

ɪen, Fabriken,

tfabriken,

Lieferung von
ɪinellen Bauten,
ɪn. —

n giebt mir so
ɪlagen das Zu-
hiesigen und
ɪterrichtet, und
ernehmer eines
und Auskünfte

ɪdlung mit den
ɪ mir geordnet

llenden Betrieb
ungen geboten.
Civilingenieurs
lchen Beirathes
ɪieser denkt zu
·hältnissen ent-
ɪialingenieur an

Belägen beider

ɪl,
rafenstrasse.

Seite 2
hei
Seite 2
Ta
die
ver
Seite 6
kes
nic
Si
Kessel r
(A
Ec
4
M
Ar
rer
Das in
lich